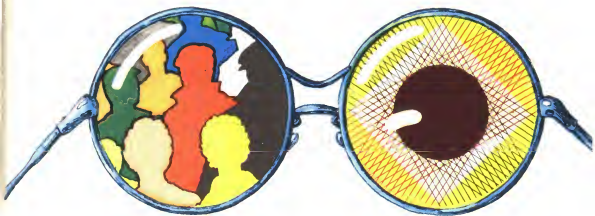


ХИМИЯ И ЖИЗНЬ

НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЙ ЖУРНАЛ
АКАДЕМИИ НАУК СССР

10

1986







Издается
с 1965 года

№ 10 октябрь

Москва 1986

Мастерские науки	ДОЕЗЖАЙТЕ ДО ЩЕРБИНОК. В. Полищук	2
Гипотезы	МОДЕЛЬ ИНТЕЛЛЕКТА. В. Я. Сергин	9
Проблемы и методы современной науки	ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ИМИТИРУЮТ РАЗУМ. Н. Н. Моисеев	13
Ресурсы	ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЦЕНА УРОЖАЯ. И. Г. Костыльков КОМУ НУЖНА ГУЗА-ПАЯ. А. Р. Ахмедов, И. Н. Лозановская, Д. С. Орлов	19 24
Элемент № ...	АЛХИМИЧЕСКИ ЧИСТЫЙ КРЕМНИЙ. В. А. Харченко	26
	ОПАСНОСТЬ ОТСТУПАЕТ. В. А. Книжников	32
Из дальних поездок	ЯДЕРНЫЕ ИСПЫТАНИЯ: МНЕНИЕ АМЕРИКАНСКИХ ХИМИКОВ. Ю. А. Золотов	35
У нас в гостях «Природа»	«ЗВЕЗДНЫЕ ВОЙНЫ» И ВОЗМОЖНОСТЬ НЕСАНКЦИОНИРОВАННОГО ЯДЕРНОГО КОНФЛИКТА. Б. В. Раушенбах БОГОМОЛЫ. М. А. Козлов ЗАМЕТКИ ПО ПОВОДУ ЮБИЛЕЯ. В. Л. Гинзбург	37 40 41
Продолжение	И СНОВА ВИХРИ... Г. А. Дрейцер	44
Проблемы и методы современной науки	МИЕЛОПЕПТИДЫ: ОТ ИДЕИ ДО ЛЕКАРСТВА. Р. В. Петров	54
Вещи и вещества	ИНСУЛИН. В. И. Розенгарт	59
Размышления	ЧТО МОГУТ И ЧЕГО НЕ МОГУТ МЕТОДЫ IN VITRO Ю. С. Ротенберг	66
Гипотезы	КОСМИЧЕСКИЕ ИСТОКИ ЖИЗНИ. ЭВОЛЮЦИЯ В ЦЕЙТНОТЕ. Г. В. Войткевич РОЖДЕНИЕ БИОКОСНОГО ТЕЛА. Л. О. Карпачевский ВСЕЛЕННАЯ МОЖЕТ БЫТЬ СТАРШЕ. В. Ю. Камнев	72 74 75
Расследования	ТАИНСТВЕННАЯ СВЕРХОСУШКА. М. Стернин	77
Живые лаборатории	ГИНКГО — «СЕРЕБРЯНЫЙ АБРИКОС». Б. Симкин	82
Репортаж	ОТ СИТРО ДО ГВИНИСЫ. В. Станцо	85
Фотоинформация	АТМОСФЕРА, НЕБЛАГОПРИЯТНАЯ ДЛЯ ЛЬВОВ. А. М. Викторов	90
Фотолаборатория	ПОРТРЕТ ПЛАСТМАССЫ. Л. Чистый	92
Практикум программирования	ПО КОСВЕННЫМ АДРЕСАМ. Д. Марков	104
Земля и ее обитатели	ВОСПИТАНИЕ ОБЕЗЬЯНЫ. Б. Гржимек	106
Фантастика	СЕМЕЙНАЯ ХРОНИКА АППАРАТЧИКА МИХИНА. М. Кривич, О. Ольгин	112
Проблемы и методы современной науки	НЕ ЗАБЫТЬ БЫ СОСЛАТЬСЯ. З. В. Тодрес ЭТИЧЕСКИЕ ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ	120 122
Ученые досуги	МУЗЫ И МУХИ. Л. Михайлова, В. Герасименко	124
НА ОБЛОЖКЕ — рисунок Г. Басырова к статьям «Модель интеллекта» и «Вычислительная машина имитирует разум».	БАНК ОТХОДОВ	7
НА ВТОРОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ — фрагмент картины английского художника Томаса Лоуински «Утро Венеры» (1922 г.). Рождение прекрасного, как и рождение жизни, всегда считалось глубочайшей тайной природы. О некоторых взглядах на происхождение жизни можно прочитать в подборке «Космические истоки жизни».	ПОСЛЕДНИЕ ИЗВЕСТИЯ	8
	ПРАКТИКА	50
	ИНФОРМАЦИЯ	58, 86
	ОБРАЗОВАНИЕ	80
	ДОМАШНИЕ ЗАБОТЫ	96
	КЛУБ ЮНЫЙ ХИМИК	98
	КОРОТКИЕ ЗАМЕТКИ	126
	ПИШУТ, ЧТО...	126
	ПЕРЕПИСКА	128

Выпуск принципиально новых и улучшенных конструктивных и иных прогрессивных материалов ускорит развитие электроники, машиностроения, строительства и других отраслей народного хозяйства.

Политический доклад ЦК КПСС XXVII съезде КПСС

Мастерские науки

Доезжайте до Щербинок

Чистая зона

Привычка переобуваться в «сменку» у жителей нового, два года назад построенного корпуса прочнее, чем у любой отличницы. Если вы забудете за дверью с табличкой «чистая зона» портфель, то любезный хозяин, вызвавшийся его доставить, не забудет предварительно надеть тапочки, халат, шапочку. Постыжимо, если у вас нет привычки постоянно считать «девятки», которая здесь, в Горьком, в Институте химии АН СССР, у всех, похоже, врожденная.

1. ФИЛОСОФСКАЯ КАТЕГОРИЯ

— Непременно посмотрите нашу выставку,— посоветовал академик Григорий Григорьевич Девятых, заместитель директора (отдел высокочистых веществ — в его ведении),— другой такой, пожалуй, нигде не увидите: собраны самые чистые образцы простых веществ и летучих соединений, какие только есть в нашей стране.

Идея подобной коллекции родилась давно, ее отстаивал покойный Петр Леонидович Капица. Нам удалось реализовать эту идею. Не сразу, но все-таки добились того, что экспонироваться у нас стало весьма престижно. Поэтому любая организация, в которой получено то или иное чистое вещество, сама стремится передать его нам.

Стремление подкрепляется не только авторитетом выставки, но и арбитражным анализом, который налажен у нас неплохо, с применением самых современных методов. Кроме того, мы работаем в тесном контакте с другими институтами, специализирующимися на веществах особой чистоты, сокращенно — ВОЧ, в случае нужды наш анализ дублируется. Так что образец получает,

можно сказать, надежно подтвержденный аттестат.

Кроме выставки стоило бы посмотреть...

Последовали рекомендации, которые не повторяю по уже известной читателям (см. часть первую) причине: дальнейший рассказ — это и есть отчет об их исполнении. Свидетельством же того, что они были достаточно весомы, стало событие, происшедшее позднее — когда мой очерк был уже готов: академик Девятых за разработку методов получения высокочистых летучих веществ был удостоен Ленинской премии.

Для начала — выставка.

Облачившийся в «гостевую» халат и новенькие тапочки корреспондент был препровожден в небольшой зал с двумя табло, снабженными подсветкой. Одно из них — карта СССР с рассеянными по всей территории точками. Это — города, представленные в коллекции (на самом деле их несколько больше, карта за размножением образцов не поспевает). Другое табло — старая добрая таблица Менделеева, лампочки под которой можно зажигать постепенно, как на новогодней елке. Первый щелчок... Загораются шесть клеточек, отвечающих элементам наивысшей чистоты, которые получены здесь же, в институте. Второй... Вспыхивает столбец инертных газов. Кто бы мог подумать? Оказываются, их тоже не так просто довести до кондиции ВОЧ. Третий, четвертый... В конце концов засветились и щелочные металлы, и часть платиновых с редкоземельными, и медь с серебром.

Темных клеточек осталось не так много. И некоторые из них засветятся не скоро. Сильно радиоактивных, к примеру, не может быть в принципе. Галогенам же придется подождать, пока не изобретут посуду, в которой их можно было бы хранить. На уровне ВОЧ и бром, и даже сравнительно миролюбивый иод начинают демонстрировать свойства мифического алкагеста — растворяют что ни попадись. И высушую чистоту, даже если таковая имела, быстро теряют. В этом стерильном заповеднике и химия-то не совсем такая, как всюду...

Часть вторая; первая — в № 9

Образцами можно полюбоваться не только в таблице. Вот запаянный в ампулу с инертным газом натрий — кусок ослепительного, зеркального блеска, совершенно не похожий на ту мгновенно тускнеющую, обросшую рыжей коркой матерю, с которой имеет дело практик, грубо нарезающий ее скальпелем. Вот столь же сиятельный цезий, оплывший в вытянутую каплю (случилась как-то тридцатиградусная жара, он, легкоплавкий, и потек)... Бериллий в виде великолепной поликристаллической «щетки», какую увидишь разве что на уральских самоцветных жарах, он, легкоплавкий, и потек)... «Химия и жизнь» писала в августе прошлого года...

Возвращаясь к таблице, замечаю: в каждой светящейся клеточке после символа элемента, после цифр, характеризующих содержание в его образце примесей (десятка в минус такой-то степени), стоят скобки, а в них еще некое двузначное число. Около серы, кажется, 37, возле германия (помню точно) — 67. Что это?

Людмила Ивановна Осипова, старший научный сотрудник, разъяснила: в скобках — число проконтролированных примесей. Оказывается, даже в этих великолепных образцах, если покопаться, можно отыскать чуть ли не всю таблицу Менделеева — такова мощь современных методов анализа. Вот и сообразайте: как называть хранящееся здесь чистейшее в мире вещество — германием или, с учетом 67 (!) выявляемых в нем примесей, выражаться осторожнее? Как пример, так: материал, состоящий почти исключительно из элемента по имени германий. Чистота, из разряда технических характеристик переходящая в философскую категорию...

Лучшие зарубежные фирмы, кстати, — их каталоги здесь тщательно изучают, — почти никогда не указывают в описаниях ВОЧ столько примесей, максимум 10—15. Контроль нередко показывает, что на самом деле примесей гораздо больше.

Коллекция между тем не исчерпывается простыми веществами. Есть образцы летучих соединений: гидридов, галогенидов, металлоорганики. Они тоже нужны в чистейшем виде, в частности для приготовления тех же простых.

В углу, против стенда с дипломами выставок (ГДР, Италия, Индия...), экспонат совсем иного рода: небольшой

прибор с гибким отростком, кончающимся чем-то вроде авторучки. «Лазерное перо», — говорят мне, — отросток сделан из нашего халькогенидного световода». Показали также линейку, обыкновенную школьную линейку, на которой выжжено название института: «ИХ АН». Опалить лучом лазера деревяшку, разумеется, не фокус — при достаточной мощности он и сталь режет. Но здесь-то мощность невелика — три ватты... Прибор демонстрирует высочайшее качество световода, передающего эти ватты почти без потерь.

«А вот заготовка, из которой тянут световоды», — торжественно известили корреспондента, подводя его к витрине. «Кварцевый штабик», — изрек тот, щеголяя стеклодувным жаргоном. И по вытянувшимся лицам хозяев понял, что совершил бестактность. «На этих световодах, кстати, отчасти действует и линия связи, соединяющая наш терминал с вычислительным центром», — продолжали хозяева, тактично заминая неловкость...

Ну конечно, сведения о степени очистки каждого образца, о «букете» содержащихся в нем примесей собраны в единый банк данных — не в голове же их держать. В этом банке хранится, можно сказать, полная сводка текущего положения дел с отечественными ВОЧ.

2. ЦЕЛЕВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

— А теперь посмотрим, как их анализируют, — пригласил Александр Николаевич Моисеев, парторг отдела, любезно вызвавший провести меня по всем «чистым зонам».

О многом из того, что довелось увидеть в нескольких лабораториях, занятых анализом и отработкой технологий (одну из них, кстати, возглавляет Александр Николаевич), мне ранее приходилось разве что читать. Оже-спектроскопия, классическая пламенная спектроскопия, но с предварительной обработкой образца, позволяющей «ловить» примеси в количестве 10^{-9} , даже 10^{-10} мольного процента, газовая хроматография для поиска загрязнений в летучих веществах...

Два метода поразили особенно: лазерная спектроскопия и спектроскопия фотоэлектрическая, которую я по неведению принял было на слух за давно известную фотоэлектронную.

Лазерная реализована в устройстве,

сооруженном совместно с московским Институтом спектроскопии АН СССР: мощный (самодельный) азотный лазер накачивает два других — с перестраиваемыми частотами. Частоты подбирают так, чтобы резонансно (в две ступени) возбудить атомы искомой примеси. Оба луча фокусируют на окошке солидного вакуумного агрегата, в котором испаряют (атомизуют) вещество. Чувствительность — до 10^{-10} атомных процентов. Впервые увидел реальный, обслуживающий нужды химиков прибор с двухквантовым возбуждением.

Что касается фотоэлектрической спектроскопии, то, как ни жмись, а в этот очерк ее не втиснешь. Отдельная тема. Невероятно чувствительный (теоретически — до 10^{-13} ат. %, лучше уж говорить по-простому: может найти всего 100—1000 примесных атомов в кубическом миллиметре высокочистого полупроводника) метод, изобретенный советскими физиками Т. М. Лифшицем и Ф. Я. Надем, а ныне реализуемый за рубежом под названием FTIS, по-русски ФТИ — фототермическая ионизация. Горьковчане взяли его на вооружение первыми в стране — немудрено, что корреспондент о новинке даже не слышал.

Первоначальный вариант ФТИ требовал, чтобы к образцу припаявали контакты. Но ведь это неизбежное загрязнение! Здесь разработали бесконтактное устройство. Теперь можно анализировать не только монокристаллические куски вещества, но и различные порошки, пленки.

— Метод особенно ценен тем, что напрямую дает сведения о тех примесях, которые особенно нежелательны, потому что повышают электропроводность. Мы же работаем с полупроводниками, для них это целевая характеристика, — объяснил старший научный сотрудник Борис Александрович Андреев. — Вот, видите на экране: четкие, узкие пики, как на инфракрасном спектре (это, кстати, и есть перестроенный инфракрасный спектрофотометр). Алюминий, галлий, бор. Первые два мы сейчас надежно обнаруживаем при содержании 10^{10} атомов на кубический сантиметр (10^{-10} ат. %), бор — даже 10^8 (10^{-12} ат. %). Что поразительно, целевая, техническая характеристика одновременно оказывается и наилучшим аналитическим признаком. При работе с ВОЧ этот принцип, как выяснилось,

универсальный: хочешь повысить чистоту — следи за целевой характеристикой.

Удивительное дело, почти все заняты в этом доме делом конкретным, вроде бы ремесленным, а открывают то одну философскую истину, то другую...

3. СКОЛЬКО ВЕСИТ ПЫЛИНКА?

— Чистоту германия, который мы получаем, точно определить трудно, — отметил Анатолий Владимирович Гусев, ученый секретарь института и заведующий лабораторией, в которой получают вещество, достигшее на сегодняшний день наивысшей чистоты. — Содержание наиболее нежелательных, так называемых электрически активных примесей, ответственных за концентрацию носителей заряда, не более 10^{10} ат/см³ (10^{-10} ат. %). Для этих примесей имеются высокочувствительные методы анализа, позволяющие определять их на столь низком уровне концентраций. Оценка же содержания других примесей ограничивается пределом чувствительности методов, которые применяются для их определения. Для некоторых примесей он составляет 10^{-5} ат. %. Поэтому мы так, с запасом, и говорим: содержание примесей не выше 10^{-5} ат. %. Хотя на самом деле, вероятно, оно значительно ниже.

Наиболее перспективным методом получения германия такой чистоты оказался гибридный метод в сочетании с кристаллизационными — зонной плавкой и направленной кристаллизацией из расплава.

...На таком рубеже чистоты повадки алкагеста появляются даже у германия. Проблемой становится и материал для лодочки, вдоль которой неспешно гуляет обнимающий ее виток нагревателя для зонной плавки, и даже воздух, в окружении которого подготавливается навеска.

В этой лаборатории есть еще одна, особо чистая зона — герметичная обеспыленная комната со шлюзом, в котором входящего обдувают потоки очищенного воздуха.

— Что такое одна пылинка? Давайте прикинем, — предлагает Анатолий Владимирович. — Если ее размер полмикрона (от таких полностью не избавишься даже в нашей «особо чистой»), то масса — порядка 10^{-12} г. Несколько десятков таких крохотул могут испортить слиток германия массой в 100 г.

— Получается, подошли к пределу земных возможностей?

— Похоже, до него недалеко. Ведь без конструктивных материалов при плавке в земных условиях не обойтись. Следовательно, полностью исключить загрязняющее действие не удастся. Сказывается также влияние примесей в газовой среде, остаточные газы вакуума и ряд других «земных» факторов. До сих пор рекорд чистоты повышался на порядок в среднем каждые 5—6 лет. Не исключено, что следующий скачок придется совершать в неземных условиях и без присутствия человека, так как он (человек) пылит.

Не без благоговения смотрел я на укрытый толстым стеклом упитанный кусок блестящего материала, вырезанный бесконтактным способом из самой чистой, центральной зоны слитка. Десяток пылинок... Такой мелочи не заметила бы даже сказочная принцесса, страдавшая бессонницей из-за горошины. Материал и впрямь дьявольски чувствителен. Детекторы, изготовленные из него в соавторстве с сотрудниками академика Г. Н. Флерова, ни по восприимчивости к ничтожным дозам ионизирующей радиации, ни по разрешающей способности не уступают лучшим мировым образцам. Физикам, для которых предназначены эти изделия, уготовано дополнительное удобство. В отличие от ранее применявшихся такие детекторы не обязательно хранить при температуре жидкого азота — они не теряют чувствительности и при комнатной.

4. АВ ОВО

Старый, прославленный токарь-универсал однажды рассказывал мне, как занимались когда-то на работу мастеровые высшего разряда. Шел такой человек сразу в цех, становился к тискам — и прежде всего делал для себя весь нужный инструмент. А бывалые, понимающие люди, то похаживая будто невзначай за спиной, то собираясь кучкой, глядели, как получается. Если получалось толково, толпа гудела: «Добрый мастер пришел», — и тем предопределяла решение администрации.

Наивно, казалось бы, вспоминать это патриархальное предание в век кибернетики. Но начинать, как говорят любители латыни, «ab ovo» — «с яйца» придется и в наши дни любому, кто берется за разработку техники нового поколения.

С чего, как вы думаете, начинается наработка сверхчистых галогенидов кремния, германия, бора? С изготовления высоченных ректификационных колонн из молибденового или «сверхсухого» кварцевого стекла.

Осматривать их приходится на трех уровнях. Внизу расположены «кубы», в которых накапливаются высококипящие примеси. Посередине, на трехметровой высоте, — основные кубы, куда по особой системе подают исходный, сырой продукт. Где-то под потолком — та часть конструкции, которая «отбивает» и накапливает особо летучую фракцию. Конечный, абсолютно прозрачный продукт (даже бромид бора при высшей очистке теряет склонность краснеть, разлагаться под светом) собирают в приемник с двумя кранами, предварительно промытый щедрой порцией того же абсолютно прозрачного. Когда набирается примерно половина объема, краны перекрывают.

Как же, однако, эту посудину отделить, чтобы унести? Вопрос казался неразрешимым.

— Только горелкой, — объяснил Насим Халилович Аглиулов, заведующий лабораторией технологии ВОЧ. — Перекрываем краны, вакуумируем ведущие к ним трубки и отпайваем. Жидкость так и остается — в запаянной ампуле с кранами, без контакта с воздухом.

— С гаечным ключом к вашей технологии не подходит...

— Это верно. Аппаратура нежная. И продукт достается недешево. Подумываем даже заменить кварц ниобием или танталом. Эти металлы продукцию не загрязнят — проверено, а по цене от нашего кварца отличаются не так уж сильно. Между тем установки из них можно будет монтировать обычными способами.

...Жидкости, добываемые таким вот безмерным трудом, — всего лишь исходные вещества для изготовления сверхчистых материалов. Институт поставляет их многим организациям. Хлорид кремния, кроме того, частично потребляется на месте. Из него делают «сверхсухой» кварц.

5. УДОЧКА С ТЕЛЕКАМЕРОЙ

Масштаб бестактности, которую я сморозил на выставке, обозвав заготовку для световода «штабиком», удалось оценить лишь там, где эти заготовки делают. Здесь тоже требуется безгидроксиль-

ный кварц — вода или ее остатки поглощают инфракрасный свет, что приводит к потерям. Однако это еще не все: у однородного кварца показатель преломления, естественно, во всех направлениях одинаков, луч все равно будет частично «разбегаться» в боковых направлениях. Надо его с этих направлений возвращать. Требуется, стало быть, материал не совсем однородный, с отражающей «корочкой» вокруг центрального ствола. Да при этом не ломкий, гибкий — световоды же, бывает, на палец наматывают...

Я увидел станок вроде токарного, но с двумя одинаковыми, синхронно вращаемыми бабками. Между ними была зажата кварцевая трубка, освещенная пылающей сбоку горелкой. Сооружение помещалось в застекленном боксе вроде вытяжного шкафа — как мне объяснили, для вентиляции и обеспыливания воздуха. Вообще, кстати сказать, я прошел все «чистые зоны», так и не узнав, как пахнут вещества, с которыми там работают, — а иные из них слынут весьма зловонными.

Трубка, вставленная между бабками, объяснили мне далее, — это единственный представитель обычного, продажного кварца, который здесь допускается. Она используется лишь как реактор, внешняя оболочка. Настоящий же кварц растят внутри. Трубку продувают смесью сверхчистого хлорида кремния со сверхчистым же кислородом. Нагреваемая горелкой, она превращается в двуокись и уносимый потоком газа хлор. Горелка, ползая, а если надо — то и бегая вдоль трубки, регулирует скорость реакции.

Другой регулятор — темп поступления исходных веществ. Управляет же всеми этими темпами, а заодно и подачей в горелку газа программное устройство. Мало того, в определенные моменты оно включает подачу вместе с хлоридом кремния хлорида же германия — в сооружаемом внутри трубки «слоеном пирожном» появляется прокладка стекла с повышенным показателем преломления, будущий отражающий слой. Таких слоев, перемежаемых чистым кварцем, делают два; а то и три — вот какой ценой достается минимум потерь при передаче луча...

Когда подача всего, что положено, завершена, программное устройство (притулившийся возле бокса дисплей с клавиатурой) резко прибавляет газа в

горелку, трубка мякнет, схлопывается — и превращается в заготовку, а ее, едва остынет, запаивают в стерильную пленку.

Дальнейший ее путь — на волочильню. Старомодное словцо, пожалуй, тоже грубовато по отношению к нафаршированной электроникой конструкции: где-то под потолком двухэтажного зала сияет нагреватель, доводящий заготовку до белого каления, стекло постепенно утончается, тянется книзу — по ходу его обмеряют, отжигают, калибруют... То же, что наматывается в самом низу на бобину, более всего похоже на обыкновенную леску.

Говорю хозяевам: теперь, небось, на рыбалке улов прямо под водой выслеживаете? Берете такую злодейскую леску, к ней телекамеру. Хоть бы рыбу пожалели... Вежливо улыбаются: здесь, на слиянии Оки с Волгой, рыбалка действительно в почете, но до такой изощренности пока не дошли. Да и леска — еще не окончательный продукт. Ее потом одевают (тоже на весьма хитрымном «прокатном стане») в яркую пластиковую оболочку. Красную, синюю... Вот теперь световод, диаметр которого стан контролирует с точностью до сотых долей миллиметра, считается готовым.

Это, впрочем, относится к световодам кварцевым, ставшим уже, можно сказать, серийными — их наделали по заказам разных организаций не одну сотню верст. А в лаборатории доктора химических наук Михаила Федоровича Чурбанова мне показали «лески» самых разных цветов и оттенков: оранжевые, седоватые, как ведьмины волосы, даже черные. Цвет принадлежал не оболочкам, а самим стеклам, изготовленным из сульфида или селенида мышьяка, соединений германия. У каждого материала свои выгодные отличия. Одни вторгаются в дальнюю инфракрасную область, в которой кварц не прозрачен, — это позволяет дистанционно измерять не только высокие, но и обычные, скромные температуры; передавать по волокну изображения для «тепловизоров». Другие не только вторгаются, но и обещают еще меньший, чем у кварца, уровень потерь. К примеру, фторидные стекла, содержащие натрий, барий, алюминий, редкоземельные элементы. Теоретически у них потери могут стать еще на два порядка ниже, чем у кварца.

— Работа с этими стеклами требует

бесконечного терпения, — говорил мне старший научный сотрудник Игорь Владимирович Скрипачев. Каждая стадия — синтез материала, его очистка, вытяжка — это отдельные, очень трудоемкие исследования. На каждый образец стекла, пригодный к вытяжке, уходят сотни человеко-часов. И притом далеко не каждая вытяжка оказывается успешной, ведь любой эксперимент — шаг в новое; оборудование опытное, частично самодельное...

6. ПЛАНЫ

Этот отдел известен у нас в стране и за рубежом как центр по комплексному изучению проблемы ВОЧ. Однако здесь занимаются не только научными исследованиями, но и наработкой опытных партий высокочистых продуктов.

Особенно велик спрос на продукцию технологических лабораторий, в частности на летучие галогениды. Сейчас, к примеру, готовится к отправке в ГДР партия хлорида германия ценой 150 тысяч рублей. Это показательно, если хотите, почетно: страна высококачественной химии, а вещество покупает в Горьком... Жизненно необходим опытный завод. Решение о его постройке в принципе есть, даже средства выделены. Но завод сейчас институту просто не поднять. На подходе строительство третьего корпуса здесь, в Щербинках. А кто же не знает — силами одних только строителей такие дела не делаются. Корпус, в котором мы беседуем, уже давно готов, но кое-

какие раны только сейчас кончили зализывать. Третий корпус, впрочем, тоже очень нужен. В нем более выгодно разместятся технологические подразделения, мастерские. Стеклодувную, к примеру, можно будет перевести на более мощные водородные горелки...

В общем, когда его построят, — полный резон корреспонденту побывать в институте еще раз.

...Легкая, черная керамика похожа на антрацит, но на полированном ее срезе обнаруживается неожиданно слоистая, как бы древесная структура. Покачивая столбик на ладони, Георгий Алексеевич Домрачев пояснял:

— Карбидно-кремниевая. Выдерживает до двух тысяч градусов, и притом не очень хрупкая. Из чего делаем? Из любой кремнийорганики, хоть из отходов. Не в сырье тонкость — в методике... Японцы, между прочим, свой знаменитый керамический двигатель соорудили из чего-то подобного. Пока он у них в единственном экземпляре. У нас опыт по части приготовления твердых материалов из элементоорганики, пожалуй, побогаче.

Может быть, тоже двигатель попробуем...

Похоже, если годика через два-три доехать до Щербинок снова, покажут не только новый корпус.

*В. ПОЛИЩУК,
специальный корреспондент
«Химии и жизни»*

Банк отходов



Ищем покупателей

резиновой крошки (1—10 мм), изготавливаемой на заводе путем измельчения вулканизированной резины. Крошка может быть использована в дорожном строительстве, для изготовления мастики МС, утепления трубопроводов и других целей.

Стоимость 80—100 руб за тонну. Возможность поставки — 800 т в год.

Киевский завод искусственных кож «Вулкан», 252660 ГСП Киев-105, ул. Регенератная, 4. Тел. 552-33-75. Расчетный счет № 320601 в Дарницком отделении Госбанка.

последние известия

Открытие эндогенных опиатов — пептидов, действующих аналогично морфину, со всей очевидностью доказало, что в организме налажено собственное производство веществ, противодействующих стрессу (подробнее об этом говорилось в статье А. Л. Рылова «Щит от стресса» — «Химия и жизнь», 1986, № 7). Морфин же оказался лишь чужеродной отмычкой для интимнейших механизмов мозга, настоящими ключами от которых владеет, как выяснилось, сам организм.

Пептид тревоги

Из нервной ткани выделен пептид, специфически связывающийся с теми же мозговыми рецепторами, что и синтетические транквилизаторы, но оказывающий противоположное действие.

Подобные же природные ключи должны, очевидно, существовать и к имеющимся в мозге рецепторам, связывающим бензодиазепины — синтетические транквилизаторы, то есть лекарственные средства с успокаивающим действием. Кропотливая очистка и тестирование огромного числа компонентов экстракта мозговой ткани в поисках таких ключей недавно увенчались успехом. Сотрудники Национального центра психического здоровья США выделили неизвестный ранее пептид, состоящий из 105 аминокислот, один из фрагментов которого, по-видимому, специфически связывается с бензодиазепиновыми рецепторами («Science», 1985, т. 227, № 4689; «Neuropharmacology», 1986, т. 25, № 1).

И вот что удивительно. Действие обнаруженного пептида оказалось... прямо противоположным действию транквилизаторов: он не успокаивал, а, наоборот, вызывал состояние тревоги!

Мы уже привыкли считать, — и изучение опиатных механизмов это до сих пор подтверждало, — что самые различные по происхождению вещества-лиганды, связывающиеся с одним и тем же рецептором, и действуют однонаправленно. В данном случае эта традиционная логика явно нарушена: результат активации одного и того же типа рецепторов зависит от того, какой лиганд на него действует.

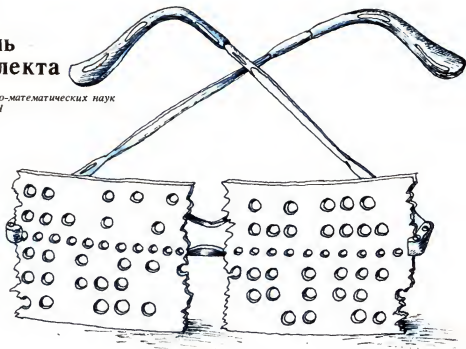
Какой же из этих противоположных эффектов следует считать проявлением естественной функции бензодиазепиновых рецепторов? Быть может, вопреки устоявшемуся мнению, она заключается не в успокоении человека или животного, а в поддержании состояния тревоги? Не этим ли пептидам, в числе прочих факторов, мы обязаны той жизненно необходимой, мобилизующей организм «реакцией тревоги» в ответ на неблагоприятные внешние воздействия, о которой полвека назад заявил Ганс Селье, открывая первую главу своего учения о стрессе?

Впрочем, воздержимся от окончательных выводов до новых сообщений о результатах изучения «пептидов тревоги».

Кандидат биологических наук
А. КАПЛАН

Модель интеллекта

Доктор физико-математических наук
В. Я. СЕРГИН



Сознание, творчество и мышление — одна из сокровеннейших тайн природы. Как объяснить неожиданные озарения и открытия? Достаточно ли для этого мы знаем о функционировании мозга?

Ныне широко распространено мнение, будто мозг работает подобно большой ЭВМ, хотя некоторые важные свойства интеллекта нельзя объяснить в рамках такой модели [1]. Ну, какое отношение имеет ЭВМ, скажем, к интуиции, подсознательным побуждениям, эмоциональным оценкам сложных явлений, к чувству гармонии или красоты и другим еще более таинственным свойствам мозга, которые, возможно, простираются вплоть до гипноза и так называемого сверхчувственного восприятия?

Все это побуждает многих психологов и нейробиологов считать ЭВМ моделью лишь самых простых (рутинных) свойств мозга. Однако при этом возникает безрадостная ситуация из-за отсутствия альтернативной модели мозга, что сохраняет почву для околонуточных спекуляций и фантастических измышлений. Поэтому объяснение загадочных феноменов мышления принципиально важно для науки вообще и для понимания природы человеческого интеллекта в частности.

Если взять в качестве постулата мнение о том, что мозг — машина

мышления, которая перерабатывает информацию и функционирует подобно большой вычислительной системе, то это вовсе не означает, что наш мозг устроен и работает, как ЭВМ. Просто новейшие вычислительные системы представляют собой наиболее совершенные машины для переработки информации и в этом смысле являются ближайшими аналогами машины мышления.

Как известно, наш интеллект представляет собой систему двух связанных, но функционально разных машин мышления: сознания и подсознания. Причем быстроедействие и объем памяти сознания как системы обработки информации во много раз меньше, чем у подсознания. Такое простое предположение, на первый взгляд, не несет ничего нового. Но это только на первый взгляд.

Науке пока неизвестно, на каких именно структурах мозга реализуется сознание. Но все же есть функциональные признаки некоей обособленности сознания и границ его локализации. Сознательное состояние предполагает способность обозревать свое внутреннее состояние посредством передачи на вход мозговой ЭВМ имеющейся в памяти информации и требует периодического распознавания информации, представляющей внутреннее со-

стояние и внешнюю среду. Говоря языком математики, мы еще не знаем процедур, обеспечивающих необходимые и достаточные условия сознания. Но все же можно утверждать, что области мозга, охваченные процедурами распознавания и отождествления собственного «я», служат и местом локализации сознания.

Нейробиологи оценивают типичное время повторного ввода хранящейся в памяти информации в десятки или сотни миллисекунд [2]. Значит, процедура распознавания накладывает жесткие ограничения на объем памяти и быстродействие сознания. Система обработки информации мозга используется здесь не столько для выполнения полезной работы (обработки потока внешних сигналов), сколько для периодического распознавания собственного «я», с частотой, превышающей характерные скорости изменения окружающей среды. А объем памяти сознания не превышает величины, которую можно считать и распознавать в потоке внешней (по отношению к мозгу) информации за несколько десятков или сотен миллисекунд.

Иначе говоря, интеллект представляет собой две взаимодействующие системы обработки информации. Одна из них (сознание) обладает сравнительно небольшой памятью и быстродействием, объем памяти и быстродействие другой (подсознание) на много порядков больше, что позволяет решать задачи высокой размерности. Прибегнув к примеру из математической физики, можно сказать, что если производительность сознания позволяет моделировать одномерные или двумерные процессы, то подсознание способно моделировать трех- или четырехмерные процессы. Если это на самом деле так, то решения, полученные в подсознании, могут поставлять сознанию принципиально новые факты. И основная работа сознания может сводиться к интерпретации решений, полученных в подсознании.

Органы восприятия несут в мозг громадный объем информации. И сознание, обладающее низкой производительностью, должно быть защищено от ее избытка. Значит, в область сознания должна пропускаться лишь необходимая и предварительно обработанная (селектированная, отфильтрованная, агрегированная) информация. Зато поток информации от органов чувств в подсознание не требует жестких ограничений.

То есть подсознание располагает колоссальным потоком информации, недоступным сознанию.

Можно ли объяснить феномены мышления с помощью такой модели? Невысокая производительность сознания как системы обработки информации подтверждается тем, что в уме мы успешно решаем задачи, включающие не более двух-трех факторов. Лучше всего нам удаются одно-, двухфакторные задачи. Если же нужно быстро принять решение при большом количестве разных обстоятельств, мы чувствуем, что голова пошла кругом. Это означает не что иное, как функциональный отказ «ЭВМ — эквивалента сознания». С математической точки зрения разумным выходом в этой ситуации может быть понижение размерности задачи. Обычно так и поступает человек, который не теряет голову в трудных ситуациях. Он перебирает в уме и оценивает различные обстоятельства, отбрасывает второстепенные, а затем принимает решение, руководствуясь главными факторами. Такой прием позволяет защитить рассудок от переполнения информацией, но, разумеется, не гарантирует наилучшего решения.

Но если объем памяти и производительность подсознания много больше, то в области сознания может формулироваться лишь постановка задачи, а процедура исследования идет в подсознании. И уже потом готовое решение выдается в область сознания. В этом, по-видимому, и заключена природа озарений, внезапных открытий и догадок. Ведь в область сознания выдается лишь окончательное решение, которое мы воспринимаем как интуитивное (промежуточные выкладки не могут вводиться в сознание из-за его малой информационной емкости).

Таким образом, определение цели исследования, сбор сведений и формулировка задачи — это вполне сознательные процессы. Затем следует интуитивное решение проблемы. И лишь после того, как ответ (не обязательно правильный) стал известен, дается его аргументированное обоснование (или опровержение). Я полагаю, что сердцевинной процесса мышления служит то, что принципиально новые факты устанавливаются в подсознании. Модели окружающего мира строятся здесь на основе недоступной сознанию информации и могут описывать весьма тонкую структуру

объектов и их взаимодействий. Выявленные с их помощью закономерности могут быть неожиданными для сознания и правильными по существу.

Из того обстоятельства, что подсознание оперирует множеством факторов и информацией, недоступных сознанию, следует, что строгое доказательство или аргументированное обоснование интуитивного решения требует специальной работы сознания. В некоторых случаях это должна быть громадная и нетривиальная работа, в процессе которой тоже необходимы творческие озарения. Поскольку такая работа не всегда завершается успешно, в науке должны существовать представления (или утверждения), истинность которых подтверждается широко известными фактами, но не имеет строгих доказательств. Примерами могут служить знаменитые математические теоремы, часть которых была доказана лишь спустя десятилетия или столетия после публикации.

Открытия Галилеем относительности движения и независимости ускорения свободного падения от массы тоже не имели строгих доказательств, а его доводы оспаривали вплоть до работ Ньютона. Уравнения электродинамики были начертаны в окончательном виде без доказательства их соответствия реальным физическим процессам, а рассуждения Дж. Максвелла, будто бы поясняющие их вывод, никто всерьез не принимал и не принимает. И такое перечисление можно долго продолжать.

Художники, писатели, ученые часто ссылаются на чувство красоты или чувство гармонии как критерий истинности. Ярчайшей особенностью критерия красоты является осознание совершенства как некоего факта при отсутствии четко сформулированной причины такого суждения. То есть налицо оценка без аргументов, что свидетельствует о подсознательном характере ее происхождения. Частое использование этого критерия в научном творчестве (особенно физиками) как нельзя лучше говорит о его эффективности. С точки зрения развиваемой здесь концепции, такой критерий истинности научной теории, как чувство красоты, представляет собой многоцелевой показатель, формируемый в подсознании.

Состояние сознания достигается мозгом дорогой ценой — за счет потери производительности, но природа любит

оптимизировать свои функции. И естественно предположить, что сознание как таковое охватывает лишь небольшие области головного мозга. В зонах, которые в данный момент граничат с областями сознания, вероятно, имеет место краевое сознание, а в остальных частях мозга идет высокoeffективная подсознательная работа. Область сознания может расширяться только за счет подсознательной сферы, что, вероятно, служит одним из способов их взаимодействия и извлечения результатов, выработанных в подсознании. Этим, по-видимому, обусловлена высокая продуктивность длительной сосредоточенной работы.

Наверное, область сознания сокращается до минимума во время сна (чем, по крайней мере отчасти, определяется его физиологическая необходимость), и мозг освобождается для более производительной работы. Это может быть внутренняя работа, которая необходима в любой системе обработки информации, например упорядочения данных, доработки и перестройка моделей... Во сне могут решаться проблемы, которые были поставлены ранее при взаимодействии сознания и подсознания. Многим известно, что решение всяческих трудных вопросов приходит в утреннюю пору без видимых усилий, как бы само собой (пословица «утро вечера мудренее» отражает богатейший экспериментальный материал).

Состояние, при котором область сознания может сильно сокращаться, освобождая мозг для более продуктивной работы, бывает и во время беззаботного отдыха. В литературе описаны многочисленные случаи появления идей и спонтанного решения ключевых научных проблем во время отдыха, прогулки в лесу, в горах и тому подобных обстоятельствах, когда люди, казалось бы, вообще не думали о работе [3].

Поток информации от органов чувств в подсознание может во многие тысячи раз превышать поток в область сознания. Их разница и дает величину неосознаваемой информации, которая никак не регистрируется сознанием. И так называемое вневещественное восприятие легко объяснить как часть потока неосознаваемой информации. Замечу, что модели интеллекта, излагаемой здесь, не противоречит и возможность существования пока неизвестных науке специальных органов восприятия, сигналы которых

используются только в подсознательной сфере.

Явление гипноза можно объяснить как способ воздействия, расстраивающий процедуры осознания. Область сознания при воздействии гипноза может искусственно сокращаться до минимума или блокироваться внешними воздействиями. Указания гипнотизера могут идти непосредственно в подсознание как программа, подобная той, что обычно поступает от собственного сознания и потому выполняется.

Резонно задать вопрос, почему вообще появилась столь неэффективная машина мышления — сознание? Вероятно, потому, что дает такое кардинальное преимущество, как возможность моделировать свое собственное поведение в окружающей среде, планировать свои действия и предвидеть новые ситуации. Колоссальные преимущества дает сопряженно возникающая вторая сигнальная система, обеспечивающая связь в обществе себе подобных и коллективную деятельность. Именно эта, будто бы неэффективная машина мышления — сознание обеспечивает накопление знаний и в конечном итоге развитие цивилизации.

Модель интеллекта как системы «сознание — подсознание» не противоречит новейшим сведениям о структуре и клеточных механизмах головного мозга. Например, колончатой организации коры больших полушарий, локализации функций, свойствам памяти и обучения. По данным работы [2], новая кора нашего переднего мозга содержит 50 млрд. нейронов, скомпонованных в 600 млн. вертикальных мини-колонок, функционирующих параллельно. Производительность этого матричного процессора чудовищна. Нейробиологи пишут, что большая часть новой коры используется для параллельной обработки сенсорной и моторной информации. Поскольку функции восприятия связаны с распознаванием и запоминанием информации, эти же матричные структуры в принципе могут служить и для выполнения других высших функций мозга (подобно работе ЭВМ в режиме разделения времени). Не подтверждает ли это предположение тот факт, что, когда человек глубоко задумается, он не видит и не слышит, что делается вокруг. Вероятно, в это время зрительная и слуховая кора лишь отчасти выполняют свои

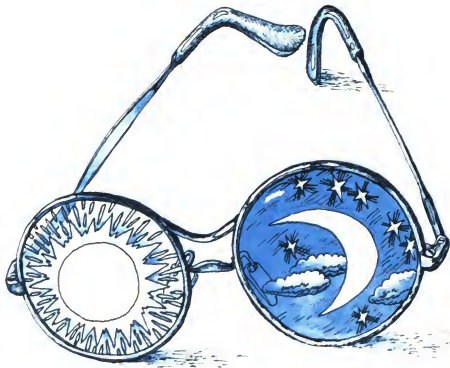
функции, а их более глубокие слои участвуют в процессах сознательного мышления. С другой стороны, каждому знакомое желание отключиться от внешней информации, чтобы поразмышлять в свое удовольствие.

Система «сознание — подсознание», конечно же, тщательно отработана эволюцией. В самом деле, сознание не перегружено информацией, что позволяет приближенно, но в темпе реального времени моделировать свое поведение в окружающем мире. С другой стороны, используется вся доступная информация, которая обрабатывается в подсознании и откуда готовые результаты передаются в область сознания. Не приведут ли развитие этой схемы и детализация макроструктуры интеллекта к новым идеям в области построения вычислительных систем?

Это не риторический вопрос — недавно Н. Н. Моисеев высказал идею о том, что обработка информации и обмен выходными данными в любой организационной системе протекают приблизительно так, как в описанной здесь модели интеллекта. В самом деле, если руководство некоего института олицетворяет его «сознание», то низовые звенья, перерабатывающие основной поток информации, выполняющие детальные обработки и расчеты, представляют собой «подсознание». Руководство получает информацию в упорядоченном и агрегированном виде и готовые варианты решений. В его функции входит осмысление этой информации в более широком аспекте взаимодействия с окружением, выработка новых целей и задач и контроль их достижения. Замеченная аналогия, по-видимому, не случайна. Ныне в ВЦ АН СССР под руководством Н. Н. Моисеева ведутся работы по созданию нового типа искусственного интеллекта, включающего существенные черты интеллекта естественного.

Литература

1. Дрейфус Х. Что не могут вычислительные машины. М.: Мир, 1978.
2. Эделмен Дж., Маунткелл В. Разумный мозг. М.: Мир, 1981.
3. Адамар Ж. Исследование психологии процесса изобретения в области математики. М.: Советское радио, 1970.



Проблемы и методы
современной науки

Вычислительные системы имитируют разум

Академик
Н. Н. МОИСЕЕВ

В статье В. Я. Сергина, которую вы только что прочли, делается ссылка на опыт Вычислительного центра АН СССР. Действительно, наша работа в последние два десятилетия привела к созданию конструкций, по отношению к которым можно употребить термины «сознание», «подсознание» и даже «интуиция».

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ МАШИННОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

В физике, химии, естествознании, экономике и других отраслях есть явления, для которых естественным (а часто единственным) средством исследования служит математическое моделирование. Они позволяют многократно сократить время и стоимость натурных экспериментов. Например, прежде чем созда-

вать самолет или реактор, следует провести анализ на системе моделей, имитирующих их функционирование. Тогда летные испытания или натурные эксперименты с реактором сведутся лишь к проверке исходного замысла и некоторому уточнению выбранных характеристик. Заметим, что такая идеология в проектировании сложных конструкций все более и более служит основой новой технологии проектирования.

Но еще важнее вычислительные комплексы для исследования явлений, экспериментальное изучение которых невозможно в принципе: возвращение обитаемого космического корабля на Землю, экологические последствия крупных инженерных проектов вроде проекта переброски стока больших рек, введение новых принципов хозяйствования в обширных регионах и многое-многое другое. Необходимые параметры либо нельзя воспроизвести в земных условиях, либо это будет экспериментирование постфактум и может сопровождаться риском необратимого ущерба и неоправданной перестройкой миллионов человеческих судеб.

В Вычислительном центре АН СССР есть система, созданная (и создаваемая — подобная работа никогда не мо-

жет быть закончена) для изучения биосферы как единого организма. Я ее иногда называю системой Гея, по имени греческой богини Земли. Вряд ли следует объяснять, что экспериментировать с биосферой в природе не только невозможно, но и смертельно опасно. В то же время человечество обладает сегодня таким могуществом, что его влияние на окружающую среду приобрело глобальный характер. И людям жизненно необходимо знать допустимые границы своего воздействия на природу. Единственный путь для получения подобных знаний — создание моделей, имитирующих основные процессы в биосфере. Другими словами, способность (как и на любой экспериментальной установке) задать вопрос, а что произойдет в природе, если...? И получить необходимый ответ.

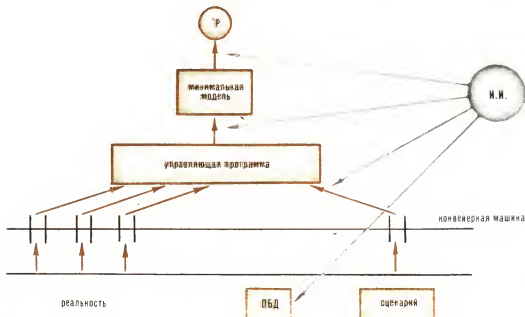
На создание системы Гея ушло около 10 лет. Работы начались в 1972 г. и велись группой (В. В. Александров, Г. Л. Стенчиков, В. П. Пархоменко и еще три-четыре человека). А в начале 80-х годов с помощью этой вычислительной системы были получены уникальные результаты. Наибольшую известность получили исследования климатических последствий ядерной войны (1983 г.). В их основе лежали сценарии американского астронома К. Сагана, согласно которым ядерные удары будут нанесены по городам, где начнутся гигантские пожары, и на уровне тропопавзы над городами возникнут облака сажи,

практически не пропускающие солнечный свет. Ну а что произойдет потом? Вот на этот вопрос мы и смогли получить ответ. Результаты этого машинного эксперимента много раз описывались в литературе, и выражения «ядерная ночь» и «ядерная зима» получили достаточно широкую известность. Поэтому я не буду их повторять. Интересующихся подробностями я могу отослать к книге: Моисеев Н. Н., Александров В. В., Тарко А. М. «Человек и биосфера» (М.: Наука, 1985) или к статье Моисеева Н. Н. «Система Гея и проблема запретной черты» («Наука и жизнь», 1986, № 1, 2).

Мне хочется обратить внимание читателя на то, что, как бы ни были различны задачи, для которых создается та или иная компьютерная экспериментальная установка, в них всегда присутствуют некоторые общие элементы. Поясню сказанное рисунком 1.

В основе любой имитационной (вычислительной) системы лежит некая интерпретация реальности, почти всегда имеющая два различных описания. Во-первых, это ПБД — пассивный банк данных. (В дальнейшем я введу еще АБД — активный банк данных.) А во-вторых, сценарий.

1
Схема вычислительной системы, предназначенной для машинного эксперимента



ПБД — это совокупность сведений о самой системе и внешней* обстановке. Например, для системы Гея это числовые значения основных параметров атмосферы и океана, которые не варьируются в ходе эксперимента. Сценарий описывает динамическое воздействие на систему. Это внешние характеристики, влияние которых на систему мы и хотим узнать.

Внешняя среда через ПБД и сценарий воздействует на систему, информация поступает по многочисленным и очень разным каналам. На первом этапе она обрабатывается независимо, причем это может быть и обработка, не связанная непосредственно с ЭВМ. Например, в системе Гея имеется канал для обработки информации об атмосфере, океане, появлении облаков и выпадении осадков, образовании снежного покрова, его таянии и многом другом. Этот этап на рисунке условно назван «конвейерной машиной». Дело в том, что операции с информацией здесь ведутся независимо одна от другой. Если бы вся работа была механизирована и каждый канал имел бы свой компьютер, то быстродействие здесь могло бы быть сколь угодно большим.

Но в действительности все эти каналы несут информацию о процессах, которые взаимосвязаны. И наступит момент, когда эти связи должны быть учтены. Поступление информации временно прекращается, и наступает этап «организующей программы» — важнейший во всей работе имитационной системы. Это не что иное, как набор процедур анализа всей поступающей информации и выработка некоторой минимальной модели изучаемой ситуации.

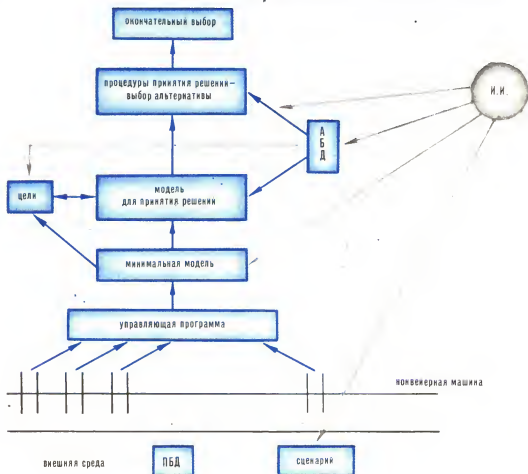
Какими бы мощными вычислительными средствами ни располагал исследователь, как бы ни был он талантлив, его возможности всегда ограничены. Следовательно, сопоставляя цели работы со своими возможностями и результатами анализа, он создает модель изучаемого явления. Я называю эту модель минимальной. Но, наверное, лучше называть ее максиминной, ибо она минимально простая из числа тех описаний, которые в максимальной степени учитывают реальность в тех рамках, в которых работает исследователь. (Да простит меня читатель за такую тарбарщину! Но она точно отражает то, что происходит на этом этапе математического моделирования.)

Следующий шаг — анализ минимальной модели и получение результата. Например, после анализа сценария К. Сагана расчеты на минимальной модели показали, что все облака сажки, возникшие над городами после ядерных взрывов, сольются в одно облако, которое, как темное покрывало, окутает всю Землю. Это и есть результат эксперимента, который на рисунке обозначен буквой Р. Справа от основной схемы изображено некое подобие солнышка — круг с буквами ИИ и длинными лучами, которые идут к стрелкам. Это искусственный интеллект. Так ныне называют новую технологию работы с информацией, которая включает в себя не только специальные принципы обращения с банками данных и процедуры ее переработки, но и программные средства, помогающие исследователю контактировать с вычислительными машинами.

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

Как бы ни сложны были системы, создаваемые для машинного эксперимента, они бесконечно проще систем принятия решений. В Вычислительном центре АН СССР в 70-х годах было создано несколько таких систем. Но я буду ссылаться лишь на две. Одна из них создана для проектирования сложных технических конструкций, вторая — для обустройства нефтяных и газовых месторождений. (Принципы работы обеих систем описаны в моей книге «Математические задачи системного анализа». М.: Наука, 1980.) Кроме того, я буду упоминать систему, которую мы предполагаем разработать для выбора варианта программы развития хозяйства географического региона с учетом его уникальности. Эта работа была начата по инициативе руководства Камчатской области. Пояснения особенностей таких вычислительных систем я буду давать, ссылаясь на рисунок 2.

Нижняя его часть совпадает с блоками предыдущего рисунка. Есть и пассивный банк данных, и некоторый сценарий. Так, в системе, которая разрабатывается для решения проблем комплексного развития хозяйства Камчатской области, в ПБД записана информация о крае, особенностях его природной среды, производственной деятельности и социальных условиях. Сценарий — это своеобразный заказ (ТТЗ — технико-технологическое задание, если



2
Схема вычислительной системы, предназначенной для принятия решений

пользоваться привычной терминологией), его место в экономике страны. «Конвейерная машина» также присутствует — это частные модели, вырабатываемые отраслевыми группами исследователей, и информация, обрабатываемая органами ЦСУ, облисполкома...

В таких системах всегда есть и некоторая минимальная модель. На ее уровне уже отфильтрованы частности и детали, которые мешают сформировать общий замысел. Избыток информации вреден, ибо из-за деревьев не позволяет увидеть леса.

На этом и кончается аналогия с вычислительными системами для машинного эксперимента.

Самый важный элемент новой системы — блок формирования целей. Сценарий лишь «установка», его недостаточно для выбора способа действия и целей.

Именно цели, а не цель вырабатываются внутри самой системы. Прежде чем составить перечень (и ранжировку) целей, исследователь должен сделать много прикидок, то есть провести эксперименты с системой, задавая ей вопросы: а что, если...?

Вот здесь и не обойтись без модели принятия решений. Минимальная модель — это по своей полноте предельно допустимое описание. Но для прикидок, оценок, для формирования замысла или возможных альтернатив развития региона нужен массовый эксперимент, нужны «быстрые алгоритмы».

Другой важнейший элемент — активный банк данных (АБД). При формировании имитационной системы и во время экспериментов происходит ее изучение. Исследователь все глубже и подробнее вникает в ее особенности, познает ее реакции на внешние воздействия. АБД — это и есть хранилище той информации о системе, которое наполняется по мере ее изучения.

Венцом служит блок процедур принятия решения. В системах, созданных для проектирования обустройства нефтяных месторождений, это рабочий проект кустового бурения скважин, первичной переработки нефти, транспортных сетей... В Камчатском проекте это должна быть схема расположения рыбоперерабатывающих заводов, выбор месторождений, предназначенных для эксплуатации, перечень мер, обеспечивающих экологическую стабильность или эффективность экосистем. Другими словами, на основе анализа упрощенной модели создается вариант технического проекта или программа мероприятий.

Прежде чем сделать тот или иной выбор, надо отбраковать неконкурентоспособные варианты, «сжать» множество допустимых альтернатив. И вот здесь огромна роль АБД — концентрированного опыта. Иногда это строгие научные методы распознавания, разрабатываемые, например, школой Ю. И. Журавлева. Иногда это интуиция — тот же опыт.

Я описал систему имитации для принятия решений сверхсхематично. Конечно, учитываются различные обратные связи, организуются пересчеты, уточнения... Например, блок процедур принятия решений вырабатывает несколько альтернатив. А нужна одна! Тогда мы снова возвращаемся к минимальной модели. Поскольку она весьма полно описывает явление, то мы можем сопоставить свойства альтернатив уже гораздо подробнее, нежели на модели принятия решения.

Итак, мы видим, что, несмотря на огромные различия в тех задачах, ради решения которых создаются математические системы имитации, они в своей архитектуре имеют очень много общих черт. И этот факт мне не представляется случайным. Он заслуживает серьезного внимания.

АНАЛОГИИ И ИМИТАЦИИ

Сталкиваясь с рядом похожих конструкций, волей-неволей начинаешь искать аналогии. Мозг — это конструкция, созданная природой для восприятия информации из внешней среды и собственного организма, ее трансформации в некую модель представления об окружающем и выработки способа действия. Не следуем ли мы невольно тем путем, которым уже однажды прошла природа?

Используя органы чувств, человече-

ский мозг воспринимает разнообразную информацию и обрабатывает ее по миллионам независимых каналов. В человека как бы встроена конвейерная ЭВМ огромной производительности. Даже трудно оценить ее быстродействие — мы получим, наверное, цифры порядка триллионов в секунду. Вся эта информация нужна для построения индивидуального образа окружающего мира — то, что, говоря об имитационных системах, я назвал минимальной моделью.

Можно выделить две разные формы деятельности мозга — сознание и подсознание. Если говорить образно, то вычислительные системы, создаваемые для машинного эксперимента, — это системы, аналогичные мозгу, который работает только на уровне подсознания. Но подсознание этим не ограничивается. Есть еще одно важное обстоятельство, которое отличает подсознание нашего мозга от вычислительных систем машинного эксперимента, — это АБД.

Я говорил уже о том, что в АБД накапливается информация о «прецедентах», об опыте изучения системы. Затем эти «прецеденты» используются в качестве «таблицы обучения», то есть делается выбор из «множества допустимых действий».

Вероятно, аналогичный процесс идет и в подсознании. Там есть свой АБД, и там накапливаются прецеденты и формируются не только минимальная модель, но и «интуитивные решения». Только алгоритмы работы с накопленной информацией никто не придумывает — они результат длительного естественного отбора, они изначально есть в мозгу человека. Вот почему кибернетические представления В. Я. Сергина о природе интуиции мне кажутся правдоподобными.

Все, что относится к работе с минимальной моделью, вероятно, следует считать прерогативой сознания, где возникают способы анализа модели, возникает наука, но работа с информацией становится гораздо более медленной. Оно и понятно. Перед сознанием стоят иные, куда более сложные задачи — формирование целей и выбор альтернатив собственных действий. Здесь и необходима наука. Ведь естественных возможностей переработки информации уже недостаточно. Изобретается компьютер, а вместе с ним и технология работы с информацией, которая по

какому-то недоразумению стала называться искусственным интеллектом.

НЕКОТОРЫЕ ИТОГИ

Большие имитационные системы (проблемно-ориентированные вычислительные комплексы), вероятно, не случайно напоминают мозг человека по своей архитектуре. Разумеется, они бесконечно проще мозга с его многими десятками миллиардов нейронов, каждый из которых сам представляется достаточно сложной конструкцией. Но такова логика развития, таковы «алгоритмы эволюции». Человеческий мозг, создавая большие имитационные системы, вероятно, следует по тем же каналам, которые однажды уже были пройдены природой.

По-видимому, до поры до времени живым организмам хватало только подсознания. Но и эта система уже была удивительно сложна. Обратим внимание лишь на два обстоятельства. Во-первых, обработка информации в мозгу с помощью «конвейерной машины» на определенном этапе должна быть приведена в порядок — надо выработать минимальную модель, представление об окружающем мире и о себе. Мне хочется это назвать не только этапом работы управляющей программы, но и сном. Поступление новой информации как бы прекращается, идет ее осознание. Кроме того, во сне вырабатываются определенные команды, которые не требуют сознания и идут по генетически заложенным алгоритмам. И наверное, можно предположить, почему долгое лишение сна приводит к смерти. Ведь не имея возможности создать представление о состоянии организма, мозг не может дать необходимых управляющих команд. (Кибернетическая интерпретация так называемых быстрого и медленного сна — дело будущего.)

Второе, на что мне хотелось бы обратить внимание, — это универсальность такой системы, как подсознание. Для каждой новой задачи мы делаем свою имитационную компьютерную систему. Мозг же создается один раз, а служит всю жизнь, какие бы неожиданные задачи ни возникали перед человеком. Не изучение ли этой особенности мозга подскажет нам пути для создания нового математического инструментария, который мне хочется назвать искусственным разумом? До поры до времени жизнь, вероятно, обходилась лишь системой «подсознание», то есть набором

стандартов поведения. Но вот потребовалось решать новые задачи — создавать и использовать искусственные орудия, например. Постепенно появилось сознание, нужное для поиска оригинальных решений, заполнения мозгового АБД нестандартными ситуациями, что безгранично расширило область взаимопроникновения интеллекта и... интуиции. Для этого понадобились и наука, и искусство — поскольку оно очевидная апелляция к подсознанию. Возникли и первые системы имитации — речь, письменность, картины...

Мне трудно сказать, насколько такая трактовка процессов мышления интересна для физиологов, но нам, специалистам в области информатики, она дает новые аналогии, новые интерпретации, которые могут оказаться очень полезными. К этой идее о процессе мышления я шел двумя путями. Один уже изложен здесь. Это не что иное, как анализ многогранного опыта большого и талантливого коллектива математиков, стремление понять их «коллективную интуицию». Второй путь — это стремление увидеть Логикой опыта большого и талантливого коллектива математиков, стремление понять их «коллективную интуицию». Второй путь — это стремление увидеть Логикой опыта большого и талантливого коллектива математиков, стремление понять их «коллективную интуицию». Так вот, у логики имитационных вычислительных систем, логики с маленькой буквы, удивительно много общего с Логикой, которую я пишу с большой буквы...

Так это или иначе, но в информатике выстраивается некая иерархия представлений, свидетельствующих о том, что человеческий разум, обретя наконец такую возможность, торопится снова повторить то, что он прошел мучительным путем эволюции за миллионы лет.

Энергетическая цена урожая

Кандидат технических наук
И. Г. КОСТЫЛЬКОВ

Производство продуктов питания связано с огромным потреблением энергии. Она идет на выпуск сельскохозяйственных машин и механизмов, горюче-смазочных материалов, добычу и доставку сырьевых минеральных и топливных ресурсов, производство удобрений и пестицидов, уборку урожая, сушку и хранение продукции, подготовку и селекцию семян. Очевидно, и этот пространственный перечень энергозатрат далеко не полон. Недаром в последние годы родились новые энергетические понятия: агроэнергетика, энергетика урожая, энергетика производства зерновых.

На 90 % энергетические потребности современного человечества удовлетворяют ископаемые продукты фотосинтеза — уголь, нефть, природный газ. Определенный вклад вносит атомная энергетика (ее доля непрерывно возрастает), и биомасса различных растений — те же дрова — не утратила своей энергетической ценности и вряд ли утратит в обозримом будущем. На-

конец, есть еще прямая энергия Солнца.

Солнечная радиация относится к низкоккачественным видам энергии из-за рассеяния, рассредоточенности; по некоторым оценкам, из 2000 кал, приносимых солнечными лучами, мы пока можем полезно использовать лишь одну калорию. Бурно развивающаяся гелиотехника стремится подправить это невыгодное для солнечной энергии соотношение, но результата, по-видимому, нам еще ждать и ждать. Тем не менее нельзя забывать о том, что излучение Солнца остается основным энергетическим источником, который обеспечивает нас пищей: без солнечной радиации нет фотосинтеза в естественных условиях. И потому главная задача, стоящая перед специалистами в области физиологии растений и агротехники, заключается в том, чтобы заставить растения и растительные сообщества как можно полнее и эффективнее использовать энергетические богатства, которые несут на Землю солнечные лучи.

ПРЕДЕЛ СУЩЕСТВУЕТ

Интенсивное высокопродуктивное сельскохозяйственное хозяйство с каждым годом становится все более энергоемким. Наши энергетические затраты на каждое возделываемое поле — от пахоты до уборки урожая — зачастую уже превышают величину солнечной радиации, падающей на то же поле. Специалисты в области агроэнергетики ввели в обращение новое понятие — энергетическую эффективность сельского хозяйства. Имеется в виду отношение энергии Солнца, которая запасена в пищевых



продуктах, к общим энергозатратам на получение урожая. Так вот, эта величина во многих странах упала ниже единицы: в США — 0,7, Великобритании — 0,5, Голландии — 0,6. Для сравнения заметим, что в экстенсивном земледелии, скажем, начала века энергетическая эффективность превышала 20.

Естественно, что возврат к примитивному земледелию невозможен. Индустриальное сельское хозяйство, для которого характерна необходимая ныне высокая производительность труда, требует высочайшей энергонасыщенности. Без этого все меньшее число людей, работающих на полях и фермах, просто не прокормит растущее население планеты. Было время, когда производитель сельскохозяйственной продукции — крестьянин торговал солнечным светом, воздухом и своим трудом. Сейчас же в стоимости той же продукции входит общественный труд тысяч людей, которые произвели машины, горючее и все прочее, что мы уже перечислили.

Десятипроцентный прирост производительности труда в растениеводстве требует сегодня увеличения расхода энергии на добрую треть. Такая диспропорция вполне объяснима: потери при преобразовании энергии в работу неизбежны на всех стадиях. Выходит, что беспредельно наращивать энерговооруженность сельского хозяйства просто невозможно. Если даже отвлечься от энергетических потерь, нас все равно ограничат процессы фотосинтеза, их скорость, их к. п. д. И в конце концов наступит печальный момент, когда расход энергии станет бессмысленным, он уже не будет окупаться урожаем. В таком случае неизбежен вопрос: до какого предела следует наращивать энерговооруженность земледелия?

ГДЕ НАЧИНАЕТСЯ РАСТОЧИТЕЛЬНОСТЬ?

Найти хотя бы самый общий ответ на вопрос о предельных полезных энергозатратах нам помогает простейшее графическое построение: зависимость выхода энергии с урожаем от энергозатрат.

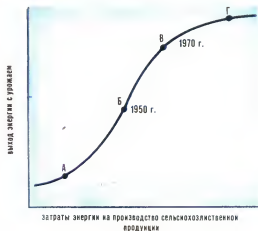
На кривой совершенно явственно видны три участка. АБ — высокая скорость роста урожая; в точке Б — перегиб, изменение знака производной. БВ — очевидное снижение выхода энергии, которая содержится в собранных на полях продуктах питания. ВГ — дальнейшее, еще более заметное падение эф-

фективности энергозатрат. И наконец, за точкой Г эти затраты становятся бессмысленными; дальнейшее вложение энергии в сельское хозяйство можно будет уже назвать расточительностью. Любопытно, что примерно такая же кривая характеризует эффективность применения удобрений: по оси ординат — прибавка урожая, по оси абсцисс — доза туков, вносимых на гектар угодий. И такой же по сути дела вывод: за точкой Г начинается участок расточительности, которая к тому же приводит к серьезному экологическому ущербу.

Наконец, простое графическое построение позволяет нам легко определить пределы, до которых следует увеличивать интенсивность орошения. Ведь потребительная стоимость воды в оросительной системе определяется прибавкой урожая. При чрезмерном поливе за точкой Г мы, по-видимому, превратим пашню в болото и вместо зерновых станем выращивать лягушек.

Специалисты, которые используют подобный энергетический анализ применительно к земледелию, нередко сталкиваются с серьезным возражением. Оппоненты утверждают, что при нынешнем мировом неблагополучии с продовольствием один джоуль, который содержится в пище, представляет несравненно большую ценность, нежели джоуль энергии ископаемого топлива. Поэтому можно и должно продолжать наращивать энергозатраты и за критической точкой Г. С этим можно было бы согла-

Зависимость выхода энергии с урожаем сельскохозяйственных культур от энергозатрат (по данным США). АБ — высокая отдача энергозатрат, БВ — некоторое снижение выхода энергии, ВГ — заметное падение эффективности энергозатрат. За точкой Г дальнейшее наращивание энерговооруженности земледелия граничит с расточительностью



ситься, если бы запасы угля, нефти и газа были неисчерпаемыми, а цены на топливо стабильными. Увы, картина совсем иная. Себестоимость промышленной продукции непрерывно растет — главным образом из-за удорожания сырьевых и энергетических ресурсов. А цены на продукты питания даже в капиталистических странах растут медленнее, чем на сырье и энергию. (В нашей стране, как известно, розничные цены на основные продукты питания стабильны.)

Углубляющийся дисбаланс расходов и цен заставляет задуматься над тем, как уменьшить действие удорожающих факторов в производстве продуктов питания. Здесь нет мелочей. К примеру, день работы одного трактора на животноводческой ферме обходится хозяйству без малого в 30 рублей, а две лошади, которые выполняют ту же работу, «съедают» в пять раз меньше. Так не рано ли мы писали раньше?

С лошадьми дело обстоит более или менее просто. Их полезность для хозяйства вновь признана, им стали уделять больше внимания. Куда сложнее найти удорожающие и удешевляющие факторы в других, более запутанных статьях сельскохозяйственных расходов.

СПОСОБНОСТЬ К ПОЛЕЗНОЙ РАБОТЕ

Человек окружен атмосферой, горами, океанами, реками. Их совокупность и есть окружающая среда. Путем взаимодействия между этими телами невозможно произвести работу в промышленно значимых масштабах. Для получения работы, для энергетических превращений приходится изыскивать в окружающем нас мире тела, которые не находятся в равновесии с окружающей средой. Такого рода тела существуют, их склонность к взаимодействию со средой как бы заморожена: превращения энергии должны быть инициированы извне. Подобные тела мы и называем энергетическими сырьевыми ресурсами. Последнее время в оборот входит еще одно определение — эксергетические ресурсы.

Поскольку превращения тел происходят при взаимодействии с окружающей средой, характер того или иного ресурса зависит от его окружения: зимой лед — никакой не ресурс, летом же — ресурс, причем весьма ценный. Мера способности того или иного ресурса к необходимым нам превращениям при переходе в равновесие с окружающей средой как раз и представляет собой

его эксергию. Для энергетического сырья это та часть его химической энергии, которая способна, согласно законам термодинамики, произвести полезную работу*. Все экономические системы питаются эксергетическими ресурсами. А теорию эксергетического анализа с полным основанием можно назвать теорией относительности хозяйствования.

Грубо говоря, цена любого природного ресурса, поставленного на службу человеческого общества, складывается из затрат добывающих и перерабатывающих предприятий. Сколько же в таком случае стоит солнечный свет, чистые воздух и вода, гумус почвы? Они достаются нам бесплатно, и это нас изрядно дезориентирует, мешает оценить значимость жизненно важных ресурсов.

ПОЧЕМ СОЛНЕЧНЫЕ ЛУЧИ

Обратимся к оценке солнечного света. Пусть полученный урожай озимой ржи составляет 7 ц/га, цена ее 15 руб. за центнер, эксергетический к. п. д. фотосинтеза 0,01. Поделите стоимость урожая на к. п. д. и получим потребительную цену эксергии фотосинтезирующей активной радиации Солнца, падающей на гектар пашни. Не много не мало 10 500 руб. И чем выше урожай при том же к. п. д. фотосинтеза, тем большие ценности мы забираем у Солнца.

Стоимость потерь от загрязнения воздуха можно оценить как разницу урожая в чистой и загазованной, запыленной атмосфере, поделенную на к. п. д. фотосинтеза — при прочих равных условиях. Урожай той же ржи упал до 5 ц/га. Значит, мы недополучили «даров» Солнца на сумму 3 тыс. руб. А по существующим оценкам, ущерб составляет всего лишь 30 руб. Вот где причина нашей расточительности — в неправильной оценке скрытой стоимости ресурса.

Такая оценка стоимости «даровой» солнечной фотосинтезирующей активной радиации может показаться малоубедительной. А если радиация искусственная, если урожай вырастает в теплице? Тут уж пора хвататься за голову: в энергетическом выражении отношение результата к затратам составит 1/20!

Не расточительство ли это? В условиях

* Подробнее об основах эксергетического подхода — в статье И. Г. Костылькова «Как оценить пользу, как оценить ущерб» («Химия и жизнь», 1985, № 3). — Ред.

острого дефицита энергетических ресурсов энергию следует направлять туда, где от нее можно ждать наибольшей отдачи. В данном случае — выращивать овощи в открытом грунте и надежно сохранять. Расчеты с помощью эксергии, которые мы здесь опускаем, свидетельствуют, что такой путь дешевле, выгоднее. Это так, но посреди нашей морозной зимы хочется все же свежих зеленых огурчиков, а не соленых или замороженных. Теплицы нужны. Только обогревать их следует не с помощью специальных бойлерных, работающих на дорожающем природном газе, а бросовым теплом ТЭЦ, повышая заодно и к. п. д. теплоэнергетики.

Все это кажется само собой разумеющимся, подобные выводы легко причислить к разряду банальных. И эксергетический анализ был бы вовсе не нужен, если бы он не давал точной меры нашей энергетической расточительности или, напротив, рачительности.

Мера должна быть во всем, и всему, наконец, есть пределы, дальше и ближе которых не может добра быть на свете.

Это строки Горация (в переводе М. Дмитриева); позволим себе опереться на авторитет великого поэта древности, чтобы доказать полезность точной меры. Если же такое доказательство покажется малоубедительным, приведем еще один пример эффективности эксергетического анализа.

Природный газ на завод минеральных удобрений поступает по цене 25 руб. за тонну условного топлива (тут). Его используют для сушки удобрений, сжигая и разбавляя продукты сгорания десятикратным избытком воздуха. Эксергетический к. п. д. этого процесса составляет примерно 0,1. Поделим отпускную цену природного газа на к. п. д. процесса и получим 250 руб. за тут. Заставьте завод платить за газ такую цену — будет ли он заинтересован в повышении эффективности использования энергетического ресурса? Несомненно!

Эксергетический подход, что называется, вкладывает нам в руки — бери и пользуйся! — экономический рычаг для совершенствования технологии и вовлечения в хозяйственный оборот вторичных энергоресурсов. Этот рычаг — дифференцированный тариф на природный газ, надбавка к отпускной цене за не-

качественное, а проще говоря, бесхозяйственное использование ресурса. Если завод перерабатывает природный газ в химические продукты, пусть платит минимальную цену; если сжигает его, получает продукты сгорания с высокой температурой лишь для того, чтобы потом понизить ее, разбавляя газы воздухом, — пусть расплачивается за технологическую нелепость. А еще лучше — пусть переходит на отходящие газы других технологических процессов. Будет действовать такой рычаг? Конечно.

Эксергетический к. п. д. процесса характеризует реально достижимый уровень эффективности. А повсеместно применяемый для экономического анализа традиционный энергетический метод стыдливо маскирует нашу расточительность. Ведь энергетический к. п. д. топок и сушильных аппаратов оценивается примерно в 30 %. И никто не задумывается о дальнейших термодинамических потерях: росте энтропии продуктов сгорания, навсегда для нас потерянной с ними эксергии. Воистину «мера должна быть во всем...» В этом нас еще раз убеждает полезнейший, хотя и несколько неожиданный результат простого расчета, которому мы посвятим последнюю главу.

НЕОЖИДАННЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ПРОСТОГО РАСЧЕТА

Главная проблема в оценке качества удобрений — в приведении урожая и разнообразных физико-химических свойств туков к единой шкале отсчета, к универсальной единице. Затраты электроэнергии на химических заводах и урожай озимой ржи, количество протеина в зерне и чистота серной кислоты, пылевые вихри от отвалов фосфогипса и сочность клевера, содержание фосфора в суперфосфате и в аденозинтрифосфате (АТФ), глубина залегания серы и комплексное использование кольских апатитов. Есть ли для всего этого многообразия универсальная шкала, универсальная единица? Есть. Это эксергия, выраженная в джоулях.

Попробуем оценить эффективность усвоения солнечной энергии от применения фосфорных удобрений. По расчету, расход эксергии на производство тонны аммофоса составляет 64 ГДж (в пересчете на 1 т P_2O_5), простого суперфосфата — 38 ГДж. Прибавка урожая зерновых в полевых опытах (на равном

азотном и калийном фоне) от применения аммофоса составила 5,4 ц/га, от простого суперфосфата — 3,4 ц/га. Влажность зерна в расчетах принята 15 %, химическая эксергия зерна в пересчете на сухую массу — 19,2 МДж/кг. Накопление эксергии с урожаем на гектаре от применения аммофоса составляет 8,8 ГДж, от простого суперфосфата — 6,5 ГДж. Для определения эксергетической эффективности удобрений поделим прибавку урожая в результате их применения (накопленную эксергию) на эксергию, затраченную на их производство, и получим неожиданный результат: эксергетическая эффективность простого суперфосфата (8,6) примерно в 1,25 раза выше эффективности аммофоса (6,9).

На это можно возразить, что сложные удобрения позволяют экономить на перевозках и внесении в почву. Но эта экономия составляет всего лишь 10—14 % от производственных затрат, и результат все равно будет в пользу простого суперфосфата. (Кстати говоря, представление о том, что поездка с простыми удобрениями возьмет слишком много балласта, — заблуждение чистой воды. С каких это пор кальций стал балластом для наших кислых почв?)

Следует предупредить еще одно возможное возражение: сравнение эксергетической эффективности аммофоса и простого суперфосфата не совсем корректно; сравнивать следует простой и двойной суперфосфат. К сожалению, автор не располагает пока агрохимическими данными для такого сопоставления по всем трем видам удобрений, испытанным в одинаковых условиях. Но априори можно утверждать, что замедлена в этих выкладках аммофоса на двойной суперфосфат не столь уж принципиальна, поскольку основные энергетические затраты на их производство связаны с получением экстракционной фосфорной кислоты. Полевые опыты, результаты которых положены в основу расчета, как уже говорилось, проведены на равном азотном и калийном фоне. Так что подмена абсолютно корректна.

Конечно, высококонцентрированные и сложные удобрения нужны, они просто необходимы, без них — немислимо современное интенсивное земледелие, их производство постоянно растет, доля в общем выпуске туков постоянно увеличивается — важная и полезная тенденция. Однако во многих районах страны при-

менение таких удобрений оправданно далеко не всегда. Там, где не хватает лишь фосфора, можно и должно обходиться простым суперфосфатом, тем более что бедных фосфоритов у нас вдоволь и простые удобрения из них можно получать с меньшими энергозатратами. Эксергетический подход позволяет вскрыть важное обстоятельство: простые туки не следует списывать, как не следует списывать лошадь.

Но ведь все это кажется очевидным, вытекающим из здравого смысла. Так-то оно так, но дорогие сложные удобрения применяются у нас где надо и где не надо. Можно надеяться, что точная количественная оценка позволит, наконец, покончить с такой расточительностью. Да и не все очевидное очевидно. Вспомним хотя бы уже приведенный пример с отпускной ценой на природный газ. И еще раз повторим слова Горация: «Мера должна быть во всем...»

Не менее важно знать, на какой почве применять различные фосфорные удобрения. Например, на кислых почвах, — а у нас их более 80 млн. га, — доступность фосфора для растений определяется растворимостью вторично образующихся в почвенных растворах фосфатных минералов стренгита ($\text{FePO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) и варисита ($\text{AlPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). При pH почвенного раствора меньше 6 их растворимость ниже растворимости фосфорных соединений — аммофоса, суперфосфата и фосфоритной муки. Так что заправлять кислую почву аммофосом — все равно что наполнять плохо сложенную бочку водой.

Остов деревянной бочки сложен из ладов, или клепок. Допустим, один лад оказался короче остальных. Попробуйте наполнить бочку доверху — ничего не выйдет. Так и в земледелии. Не хватает азота в почве, внесением фосфора или калия урожай не «сладись». У нас же нередко недостаток азота восполняют сложными удобрениями, например аммофосом, и фосфор тратится впустую. Чего греха таить, есть во многих районах, в том числе и в Подмоскovie, «перефосфоренные» почвы, в то время как общий дефицит фосфора в сельском хозяйстве страны не снижается.

Любая экономическая система требует целостности построения, правильного и эффективного использования ресурсов согласно их качеству.

КОМУ нужна гуза-пая

Сколь бы ценным ни было природное сырье, при его переработке возникает немало отходов, утилизация которых — дело далеко не простое. Это относится даже к растениеводству. Характерный пример — ситуация с гуза-пай, древесно-видными остатками хлопчатника. После снятия урожая только на полях Азербайджана ежегодно накапливается до 1,5 млн. т этих остатков. Запихивать гуза-пай в почву, как обычно поступают с пожнивыми остатками других сельскохозяйственных культур, нельзя: органический материал хлопкового кустарника разлагается слишком медленно. Высокое содержание в нем целлюлозы и гемицеллюлозы приводит к усиленному размножению целлюлозоразрушающих бактерий, которые в следующем сезоне будут мешать нормальному развитию растений. Кроме того, кучи медленно разлагающихся остатков часто становятся источником болезней хлопчатника. Поэтому гуза-пай собирают на обочинах дорог, идущих вдоль хлопковых полей, и просто-напросто сжигают.

Проблему рационального использования гуза-пай взялись решить сотрудники кафедры систематики низших растений и микробиологии Азербайджанского государственного университета имени С. М. Кирова.

Импульсом к началу исследований послужила острая нужда хлопководов в орга-

нических удобрениях. Анализируя состав почв, занятых хлопчатником, ученые заметили, что содержание органического вещества в этих землях неуклонно уменьшается. При периодическом рыхлении почва выветривается, свободный доступ кислорода вызывает интенсивную минерализацию органических веществ. Регулярное внесение минеральных удобрений активизирует деятельность разлагающих органику бактерий, а органического вещества в почву поступает мало: значительная часть его выносится с урожаем, а растительные остатки, которые могли бы компенсировать эти потери, превращаются в дым. Мириться с этим никак нельзя — ведь именно содержание гумуса (перегноя) в почвах в максимальной степени влияет на их плодородие. Здесь могли бы помочь органические удобрения, но основным их источником является животноводство, которое в республике развито далеко не во всех районах. В среднем на каждый гектар хлопковых полей ежегодно поступает не более полутора тонн навоза в год, в то время как потребность в нем примерно в десять раз больше.

Внимание ученых привлек опыт внесения в почву органического вещества коммунальных городских отходов после соответствующей обработки. Но разумно ли искать органическую основу удобрений на городских свалках и сжигать гуза-пай?

Чтобы ускорить разложение остатков хлопчатника в почве, их попробовали обрабатывать серной кислотой, но не товарной (к чему расходовать ценный продукт?), а отработанной, одним из отходов нефтепереработки. Эта кислота содержит 10—15 % органических примесей. Регенерация ее обошлась бы в 2—3 раза дороже, чем производство свежей, поэтому ее сливают в овраги, либо в выработанные песчаные или каменные карьеры.

В результате обработки гуза-пай такой ки-

*После окончания уборки хлопка гуза-пай
своили в специально подготовленные ямы*



слотой родилось новое удобрение, которое авторы назвали КОМУ (комплексное органико-минеральное удобрение). Технология его приготовления проста. Сразу после завершения хлопкоуборочной страды гуза-паю укладывают в специально подготовленные ямы, стенки которых выложены кислотостойкой плиткой. Заливают кислотой, перемешивая до полного смачивания и оставляют на некоторое время. Во многих хозяйствах не потребуется даже подготовки: в качестве емкости для приготовления удобрения можно использовать те самые выработанные карьеры (на Апшероне их немало), в которые прежде сливали сернокислотные отходы без всякой пользы.

Новое удобрение было испытано на полях колхоза «Бакинский рабочий». Участки полей, на которые вносили КОМУ, давали в среднем на 5 ц/га больше хлопка, чем контрольные. Это соответствует повышению урожайности примерно на 15—20 %. Результаты более чем обнадеживающие, если учесть, что цена КОМУ — 50—60 копеек за тонну и затраты ручного труда на его производство минимальны.

Достоинства нового удобрения этим не ограничиваются: КОМУ не только улучшает гумусное состояние земель под хлопком, но и помогает бороться со вторичным засолением почв.

Жаркий климат, почти полное отсутствие естественного дренажа земель, богатство подстилающих почву пород солями и их привнос за счет речных вод — все это способствует накоплению солей в почвах и грунтовых водах Закавказья. Без коренной химической мелиорации засоленные почвы для дальнейшего возделывания сельскохо-

зяйственных культур практически непригодны. Прекрасным мелиорантом, особенно для почв содового засоления, может служить серная кислота, которая нейтрализует соду, токсичную для культурных растений и, кроме того, способствует замещению натрия кальцием. Такое же воздействие оказывают на почву и сернокислотные отходы, из которых приготовлено КОМУ. Совместная утилизация двух отходов может принести немалый доход.

Гуза-пая далеко не единственный источник сырья для приготовления органо-минеральных удобрений. По той же технологии можно перерабатывать отходы городского коммунального хозяйства, отделив предварительно стекло, камни и металлический лом от основной органической массы. Не требуется ни дорогостоящей термообработки, ни специальных операций по обеззараживанию: под действием серной кислоты гибнут и болезнетворные микроорганизмы, и яйца гельминтов. По предварительным подсчетам сотрудников АзГУ, только в масштабах республики таким образом можно перерабатывать ежегодно 5—6 млн. т отходов. В таком количестве отходов содержится 60—70 тыс. т азота, 20—30 тыс. т фосфора, 60—70 тыс. т калия, не считая кальция, магния и других микроэлементов. Их использование сможет дать огромный экономический и экологический эффект.

Аналогичные возможности, без сомнения, есть и в других районах нашей страны. Нужно лишь по-хозяйски ими воспользоваться.

*Кандидат сельскохозяйственных наук
А. Р. АХМЕДОВ,
кандидат химических наук
И. Н. ЛОЗАНОВСКАЯ,
доктор биологических наук
Д. С. ОРЛОВ*

Так выглядит КОМУ — гуза-пая, обработанная сернокислотными отходами нефтепереработки



Алхимически чистый кремний

Кандидат технических наук
В. А. ХАРЧЕНКО



Бранить алхимиков в наши дни считается дурным тоном, и это правильно. Были среди них неучи и авантюристы, но были и люди, бесконечно мужественные и преданные идее. Они многое сделали для химии без приставки «ал», и не вина их, а беда, что трансмутация — превращение элементов — возможна лишь при более глубоких воздействиях на материю, чем доступные в то время. Неблагородные металлы, ртуть в первую очередь, можно превратить в золото, лишь воздействуя на атомное ядро. До «ядерного» золота практика пока не дошла, а вот взаимопревращения других элементов, начиная с нетрадиционной пары уран — плутоний, уже приносят реальную пользу.

Этот рассказ об одном из подобных превращений, о ядерно-легированном кремнии. В виде монокристаллов и вырезанных из них пластин кремний стал, как известно, полупроводниковым материалом № 1 — по важности и масштабам использования. Известно также, что требования к полупровод-

никовому кремнию и изделиям из него постоянно растут, а электрофизические параметры и надежность полупроводниковых приборов очень сильно зависят от чистоты исходного кремния и точности дозировки вводимых в него примесей — элементов третьей и пятой групп периодической системы, в частности фосфора. Эти добавки вводят, чтобы придать кремнию проводимость определенного типа (n или p, электронную или дырочную).

Не будем здесь касаться принципов действия полупроводниковых приборов, разъяснять отличия p- и n-проводимости. «Химия и жизнь» не раз о них писала, а те читатели, которым эти сведения нужно освежить в памяти, заглянут при необходимости в энциклопедию. Наш рассказ — о принципиально новом способе легирования полупроводникового кремния, о способе, в котором используют современные алхимические, т. е. ядерно-физические превращения химических элементов.

Но прежде, чтобы иметь надежную

точку отсчета, расскажем бегло о традиционной технологии получения главного полупроводникового материала и приборов из него.

ТРАДИЦИОННЫЕ ПУТИ

Процедура получения полупроводникового кремния весьма сложна из-за чрезвычайной зависимости свойств кремния от химических и физических примесей. Под физическими примесями подразумеваются дефекты структуры монокристаллов.

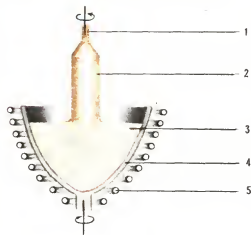
Монокристаллические слитки получают из расплава (температура плавления кремния 1410 °C). Расплавленный кремний активен, способен к химическим взаимодействиям. Оттого выбор материалов для контейнера, в котором должен находиться расплав, довольно ограничен. Производство осложняется еще и тем, что основная масса кремния производится водородным восстановлением его из хлорсиланов, например:



Водород горюч и взрывоопасен, работа с хлорсиланами тоже, как говорится, не сахар. Кремний получают в виде поликристаллических стержней диаметром до 10 см, которые затем надо превратить в монокристаллы.

Классическими для таких превращений стали бестигельная зонная плавка и метод, разработанный чешским химиком А. Чохральским. В последнем случае поликристаллический кремний с легирующими добавками загружают в кварцевый тигель и плавят эту смесь.

Схема получения монокристаллов кремния методом Чохральского: 1 — затравка, 2 — кристалл, 3 — расплав, 4 — тигель, 5 — нагреватель

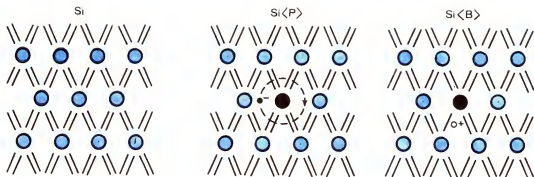


Затем в расплав опускают монокристаллическую затравку из кремния, подплавляют ее, а потом с заданной скоростью вытягивают, потихоньку вращая. Находящиеся в расплаве легирующие примеси более или менее равномерно переходят в растущий монокристалл. Закономерность здесь такая: по мере роста кристалла концентрация примесей в оставшемся расплаве растет. Соответственно, к концу роста кристалла примесей в нем все больше. На конце слитка кремния количества примесей обычно оказывается в два-три раза больше, чем в его начале.

Тщательный анализ показал, что на закономерные изменения состава кристалла накладываются еще и случайные. В кристаллах, выращенных методом Чохральского, обнаружены локальные микрообъемы, где концентрация легирующей примеси более чем на порядок отличается от средней. Объясняется это тем, что легирующая примесь может испаряться, вступать в химические взаимодействия с компонентами расплава, концентрироваться в ростовых дефектах структуры. Кроме того, на процесс равномерного перехода примеси из жидкой фазы в твердую влияют колебания температуры на фронте кристаллизации, механическая нестабильность работы узлов установки, вибрация и другие причины. Еще один недостаток метода Чохральского — загрязнение слитка материалом тигля: как ни чист кварц, идущий на тигли, примеси в нем все же есть, и часть их переходит в расплав, а оттуда в растущий кристалл. И потом, кварц — окись кремния, а кислород кварца, перешедший в монокристалл, вреден полупроводниковым приборам.

Монокристаллы кремния с минимальным содержанием кислорода получают бестигельной зонной плавкой. Расплавленная зона в слитке создает высокочастотным полем. Первые несколько проходов расплавленной зоны проводят для очистки поликристалла от примесей: одни примеси оттесняются в конец слитка, другие испаряются.

Очищенный таким образом поликристалл легируют тут же. В объем печи подают водород с летучим соединением нужного элемента, например, фосфора. После этого при последнем проходе зоны происходит превращение уже легированного поликристаллического кремния в монокристалл.



В монокристаллах, полученных бестигельной зонной плавкой, легирующие примеси распределяются тоже не совсем равномерно. Причины те же, что при легировании кремния методом Чохральского. У полупроводниковых приборов, изготовленных из кремния с неоднородным распределением примеси, электрические параметры, естественно, «плывут». Особенно опасны локальные резкие отклонения концентрации примеси от нормы. В этих местах происходят сбои, нарушаются закономерности р—п-перехода. Где тонко там и рвется.

Есть еще одна физическая причина ухудшения параметров приборов. Пластины кремния при изготовлении неоднократно подвергаются термообработке (температура до 1250 °С). Это тоже сказывается на постоянстве свойств. В результате изготовленный прибор выдерживает, например, приложенное напряжение не 4000 В, как планировалось, а всего 1000 В. А прибор с такими параметрами никому не нужен. Напрасно затрачены труд, материалы, энергия.

Одним словом, классические методы получения полупроводникового кремния и приборов на его основе современной технику, мягко говоря, не совсем устраивают.

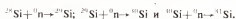
НЕТРАДИЦИОННЫМ ПУТЕМ

На совершенствование установок для выращивания монокристаллов, на оптимизацию технологических режимов потрачено великое множество усилий, но нужный эффект так и не был достигнут. Классические способы легирования (в процессе выращивания) не могут преупить законы химической кинетики. Едва чужеродные атомы попали в область раздела фаз расплав — кристалл, как тут же нарушаются равновесные условия кристаллизации. Оттого из расплава в растущий кристалл при-

Схема возникновения электронной (в центре) и дырочной (справа) проводимости в полупроводниковых материалах с ковалентными связями. Кремний — один из них. Легирующие добавки — в одном случае фосфор, в другом — бор

месь переходит не равномерно, а пульсирующими порциями. Вот и выходит, что для создания лучших условий роста кристаллов нужно исключить из процесса влияние примеси вместе с самой примесью. Но как тогда обеспечить необходимую электрическую проводимость кремниевых кристаллов — вот вопрос! Нелегированный кремний мало на что пригоден... Вот тут-то и пришли на помощь возможности современной ядерной физики.

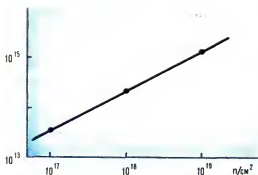
При облучении тепловыми нейтронами естественной смеси изотопов кремния в нем протекают такие ядерные реакции:



В первых двух реакциях идет превращение одних стабильных изотопов кремния в другие, в третьей же образуется нестабильный изотоп — кремний-31 с периодом полураспада всего 2,6 часа. Он претерпевает β-распад, а при этом виде распада, если помните, заряд ядра возрастает на единицу: кремний превращается в фосфор. А фосфор в кремнии — как раз та самая примесь, которая придает нужную проводимость.

Таким образом, ядерная физика подсказала полупроводниковой технике принципиальную возможность создать легирующие примеси непосредственно из атомов легируемого материала.

Но от возможности до реализации путь неблизкий. Ядерное легирование исключает обычные неблагоприятные факторы (неравномерное распределение примеси в растущем кристалле), но в каждом деле — свои сложности,



Зависимость концентраций носителей заряда (н/см³) от флюенса тепловых нейтронов.
Флюенсом называют произведение плотности нейтронного потока на время облучения

свои ограничения. Вот их-то и надо было сначала выявить, а потом преодолеть. Автору этих строк довелось познакомиться с ними очень-очень близко.

Выяснили, что концентрация нужной легирующей примеси, создаваемая в кристалле при нейтронном облучении монокристаллов чистого нелегированного кремния, намного превышает концентрацию остаточных примесей. А раз так, конечный результат легирования будет определяться характером взаимодействия в системе полупроводниковая мишень — поток ядерного излучения. Выяснили, от каких параметров системы зависят концентрация заданной примеси и однородность ее распределения. Это плотность потока тепловых нейтронов и время облучения.

Кремний облучают тепловыми нейтронами в обычных энергетических ядерных реакторах. Время экспозиции составляет от десятка минут до нескольких часов, его можно контролировать с любой желаемой точностью. Плотность потока нейтронов при работе реактора на заданной мощности остается во времени практически постоянной. Однородность распределения примеси заложена в самом принципе легирования — образование атомов фосфора в любой точке кристалла кремния равновероятно, так как атомы изотопа кремния-30 в естественной смеси изотопов распределены равномерно. Эти теоретические выкладки полностью подтвердились в экспериментах.

Когда в промышленных условиях был получен первый ядернолегированный слиток, естественно, сделали из него приборы. Результаты оказались, вроде бы, отличными: электрофизические параметры — как близнецы. Пустили на

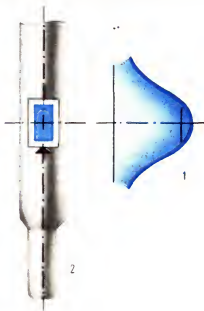
приборы и второй слиток — опять то же. Было принято решение легировать уже не отдельные слитки, а опытные партии и передавать их на изготовление приборов. Параллельно для контроля изготовили такую же партию таких же приборов не из ядерно-легированного, а из обычного кремния. Лучшие параметры оказались у «ядерных», но...

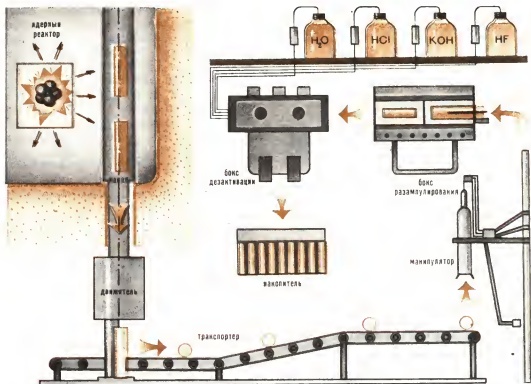
В технике без таких «но» не бывает. Оказалось, что работоспособных приборов в обеих партиях сравнительно немного. Так повторялось несколько раз — сторонников новой технологии сразу поубавилось. Ее приверженцы решили разобраться в чем дело, предстояло вникнуть во все тонкости процесса. Тщательно исследовали условия облучения в ядерных реакторах различных типов. Оказалось, что в некоторых из них плотность потока нейтронов не совсем равномерна. К тому же, во время облучения слитки разогреваются: при долгих экспозициях в кристаллической решетке возникают радиационные дефекты и, как следствие, изменяются электрофизические свойства образцов. Постепенно, после многих проб и ошибок пришли к оптимальной технологии ядерного легирования.

ДВА ОПТИМУМА

Облучение сейчас проводится двумя способами. Статический способ — с не-

Распределение плотности потока тепловых нейтронов по высоте технологического канала (1) и положение слитка при облучении (2)





подвижной установкой образцов кремния — применяется в тех случаях, когда длина слитков существенно меньше высоты активной зоны. Достоинства способа: каждый слиток облучается независимо от другого, можно учесть его индивидуальные особенности. Недостаток — ограничение длины слитков. Приходится резать монокристалл на несколько частей и каждую облучать отдельно. Другой недостаток, — часть нейтронов в рабочей зоне остается не при деле. Второй способ — протяжка слитков кремния в виде непрерывного столба вдоль активной зоны реактора. В этом случае концентрация образующегося фосфора зависит от скорости движения столба. Пропускная способность канала в этом случае на порядок выше, а разогрев слитков в процессе облучения, как правило, меньше. В обоих случаях технологическим процессом управляет ЭВМ.

Естествен вопрос о радиационной безопасности. Что тут?

После облучения кремниевые слитки выдерживают в хранилище до пяти суток. Этого достаточно для полного распада нестабильного изотопа кремний-31. Однако поверхностная радиоактивная загрязненность остается и после этого. Ведь во время облучения

Технологическая линия производства ядерно-легированного кремния

кремний адсорбирует радиоактивные изотопы железа, кобальта, цинка, марганца и других элементов, входящих в материалы ядерного реактора или образующиеся в нем. Поэтому обязательна дезактивация. Известно, что радиоактивная «грязь» плохо снимается с царапин, сколов, шероховатостей, а также с поверхности, захватанной пальцами. Поэтому еще до облучения поверхность слитков химически полируют и промывают в кислотно-перекисном растворе. Тот же раствор используют, чтобы снять поверхностные загрязнения после облучения. Чистоту слитков после отмывки контролируют чувствительными датчиками. Потребителю передаются абсолютно безвредные образцы — без каких-либо следов радиоактивности.

Два слова о том, как борются с радиационными дефектами. Они образуются по многим причинам, но больше всего — при рассеянии быстрых нейтронов. Эти нейтроны в момент столкновения передают некоторым атомам кремния слишком большую энергию, превращая их в своеобразные снаряды, которые выбивают близлежа-

щие атомы из узлов решетки. Те, в свою очередь, могут так же поступить со своими соседями, и эта толкотня продолжается до тех пор, пока энергия смещаемых атомов не упадет до некоего минимального уровня. Как результат — целый набор радиационных дефектов.

Уменьшить их количество, «отфильтровывая» быстрые нейтроны, в реальных условиях сложно. Проще ликвидировать их дополнительной термообработкой облученных слитков, по сути дела — отжигом. А еще выяснилось, что многие неудачные пробы ядерно-легированного кремния в приборах объяснялись недостаточно высоким качеством монокристаллов. Ядерное легирование — операция не простая и не дешевая. Поэтому контроль, контроль и еще раз контроль. Не только после облучения образцов, но и до него.

При соблюдении всех этих условий электрофизические свойства ядерно-легированного кремния близки к идеалу. В годную для работы в любых условиях продукцию сейчас превращается 95—98 % ядерно-легированного кремния.

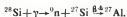
ПЕРСПЕКТИВЫ РЕАЛЬНЫЕ И НЕ ОЧЕНЬ

Перечень современных полупроводниковых материалов довольно длинен. Вслед за кремнием по масштабам потребления идут германий, арсениды галлия и индия, есть и другие перспективные материалы. Рассмотрим возможности ядерных превращений под действием тепловых нейтронов в некоторых типичных полупроводниках.

Конечный легирующий эффект очевиден только в кремнии: образуются атомы только одного, причем нужного элемента — фосфора. В германии же протекают ядерные реакции с одновременным образованием галлия и мышьяка. Один донор — другой акцептор. Это плохо: нужен германий, легированный либо галлием, либо мышьяком. Как это сделать? Если нужен германий р-типа, легируют слитки, выращенные из чистого изотопа ^{70}Ge , а когда п-типа, легируют слитки из изотопа ^{74}Ge . Этим не исчерпывается возможность применения моноизотопного германия, но такой германий пока очень дорог.

Есть интересная идея: легировать кремний галлием, а галлий получать, облучая тепловыми нейтронами сплав кремния с германием-70. Кремний с

электронной проводимостью п-типа можно получать, легируя его алюминием. Экспериментально доказана возможность «синтезировать» алюминий в кремнии при облучении последнего высокоэнергетичными гамма-квантами. В этом случае в кремнии протекают фотоядерные реакции:



Заманчиво применить ядерные превращения и для легирования арсенида галлия. Специалисты полагают, что арсенид галлия, легированный германием, будет обладать очень хорошими техническими характеристиками, мало зависящими от перепадов температуры. Однако воспроизводимо легировать германием арсенид галлия в процессе выращивания пока не удастся. Экспериментально доказана возможность ядерного легирования арсенида индия и некоторых других полупроводников. Безусловно перспективно ядерное легирование под действием не только тепловых нейтронов, но и тяжелых заряженных частиц. Но это — особая тема, частично освещенная на страницах «Химии и жизни» в публикациях академика Г. Н. Флерова с сотрудниками. Закончить же хотел бы вот чем...

Однажды, лет двенадцать назад, одному известному ученому был задан вопрос о том, как он оценивает перспективы метода ядерных превращений. «Метод оригинален, но он не имеет и не будет иметь практического значения», — прозвучало в ответ. Подобного же мнения придерживались многие — и практики, и теоретики. Вспоминаю об этом не затем, чтобы посрамить неверующих. Далеко не все основоположники ядерной физики верили, как известно, в возможность практического освоения энергии ядра. Сейчас не за горами и укрощение «термояда». Радиоактивные излучения помогают по-новому решить многие технические проблемы. В том числе — ядерно-легированного кремния.

Верю, что мы будем получать его во все возрастающих количествах. На многих реакторах, во многих местах, в том числе и в возрожденном Чернобыле.

Опасность отступает

В связи с событиями в Чернобыле читатели «Химии и жизни» просят рассказать про химико-биологические свойства основных продуктов ядерного распада и естественный радиационный фон.

Перепечатываем с небольшими сокращениями беседу корреспондента бюллетеня «НТР: проблемы и решения» А. Лепихова с членом Советской национальной комиссии по радиационной защите профессором В. А. Книжниковым, опубликованную в № 10 этого издания.

В. А. Книжников. 26 апреля 1986 года в 1 час 23 минуты на четвертом блоке Чернобыльской АЭС произошла авария. При этом частично разрушилась активная зона реактора, а осколки ядерного деления попали за пределы станции.

Радиоактивность, попавшая в атмосферу, вызвала определенное повышение естественного фона на территории Украины, Белоруссии, отдельных областей РСФСР, Польши, Румынии, скандинавских стран.

Насколько была велика опасность для жителей эвакуированных пунктов?

Дозы излучения в населенных пунктах не были такими, чтобы люди до момента эвакуации могли существенно облучиться. За всеми находившимися в эвакуированных ныне поселках ведутся наблюдения, люди были немедленно обследованы с помощью радиометрических приборов. Из десятков тысяч людей у части обнаружено значительное «загрязнение» одежды, и они вошли в число тех лиц, за которыми ведется постоянное наблюдение.

А какой была ситуация за пределами тридцатикилометровой зоны вокруг Чернобыльской АЭС?

Состав радиоактивных истечений реактора таков, что радиационную погоду делает один из изотопов йода — йод-131. Период его полураспада составляет 8 дней.

В момент аварии преобладали северный и северо-западный ветры. Поэтому повышение радиоактивности отмечалось в направлении Гомеля, в Польше, через два дня было зарегистрировано повышение радиоактивного фона в Швеции.

Насколько все это было опасно для людей?

Уровни радиации в Швеции хотя и превысили стандартные, фоновые в несколько раз, но никакой угрозы для здоровья людей это не представляет. Эти уровни продержались там лишь несколько дней.

Упреждая ваш вопрос, скажу, что в Москве каких-либо изменений радиационного фона за время, прошедшее с момента аварии на Чернобыльской АЭС, не наблюдалось.

Дозы порядка 0,3 миллирентгена в час в первые недели после аварии были зарегистрированы в районе Киева. Практически такие концентрации являются типичными для территорий, примыкающих к тридцатикилометровой зоне вокруг АЭС.

Что такое 0,3 миллирентгена в час? Много это или мало, опасно для здоровья или нет?

Ну что ж, давайте подсчитаем и сравним. Это означает, что человек — в зависимости от режима поведения — за месяц получит около 150 миллирентген, или как еще говорят, 150 миллибэр (бэр — биологический эквивалент рентгена). Я не случайно употребил понятие «режим поведения». Это означает, что человек примерно 10 часов проводит на улице, а 14 — в помещении, где доза, естественно, в несколько раз меньше, чем на местности.

Естественная доза облучения, от которой принято «плясать», составляет около 100 миллирентген в год. И это та доза, которую мы получаем на протяжении всей своей жизни, то есть 70—80 лет подряд. Но сегодня этим дело не исчерпывается. Естественный радиоактивный фон составляет лишь примерно одну треть так называемой популяционной дозы общего фона. Еще одна треть — это дозы, получаемые человеком при медицинских диагностических процедурах. В нашей стране — это при-

мерно 140 миллирентген в год, в Польше — 160, а в Японии — 180. Остальную часть дозы дает — думаю, это будет для вас новостью — пребывание человека внутри современных помещений. Дело в том, что в кирпиче и особенно в бетоне присутствуют такие радиоактивные элементы, как уран, торий и особенно радий-226. В сумме это составит еще около 150 миллирентген.

И все это, подчеркиваю, есть привычная для нас среда, в которой мы живем и к которой современный человек адаптирован. Заметьте, я оставляю вне поля нашего внимания такие источники дополнительного облучения, как полеты на самолетах, просмотр телевизионных передач, последствия глобальных радиоактивных осадков от ядерных взрывов в атмосфере, проведенных до 1963 года, а также «вклад» радиоактивных веществ, содержащихся в выбросах угольных электростанций. Так, вот, если не считать этих факторов, то сегодня каждый сельский житель получает дозу около 350, а городской — близко к 500 миллирентген ежегодно. Но ведь приведенные цифры — средние. В отдельных районах земного шара они значительно выше. Например, в штате Керала в Индии, в Бразилии, в Центральном гранитном массиве во Франции. Там фон выше среднего в 5—6 раз, но каких-либо отклонений в здоровье десятков и десятков тысяч людей не зарегистрировано.

А вот доза, которую могли получить киевляне за месяц после аварии, составляла 150 миллирентген. Я говорю именно о месяце, так как речь идет о иоде-131 и других короткоживущих радиоактивных изотопах, которые и

определяют дозу внешнего облучения. Это означает, что мощность получаемой дозы быстро уменьшается. А подобное ослабление излучения в отсутствие дополнительного загрязнения снимает все вопросы о какой-либо опасности для здоровья.

Какие же уровни радиации представляют опасность для нашего здоровья?

Согласно оценкам Международной комиссии по радиологической защите, появление специфических эффектов облучения, растянутого во времени, можно ожидать только при дозах, превышающих 50 бэр в год. Лучевая болезнь при разовом облучении возникает при дозах, превышающих 75—100 бэр. Что же касается лучевых ожогов, то они возникают лишь при дозах в сотни и тысячи бэр.

Мы строго нормируем дозы радиации не только из-за боязни лучевой болезни, но и из-за того, чтобы облучение не вызывало тех последствий, которые называются отдаленными. Это в первую очередь злокачественные заболевания и генетические нарушения. Эти последствия бесспорно доказаны для облучения в 100 бэр и больше. Но существующие теоретические представления заставляют считать, что и малые дозы радиации могут быть канцерогенным фактором. Чрезвычайно осторожная позиция исследователей, явно переоценивающих возможный риск, такова: любое дополнительное излучение ведет к увеличению риска раковых заболеваний.

С этой точки зрения, которую, кстати говоря, я разделяю, риск от дополнительного облучения в результате аварии, бесспорно, существует, но он ничтожен и несравненно ниже, чем риск погибнуть

Наша справка

ПОГЛОЩЕННАЯ ДОЗА — энергия ионизирующего излучения, поглощенная облучаемым веществом в пересчете на единицу его массы. Измеряется в рэдах. 1 рад соответствует поглощенной энергии 0,01 Дж/кг.

Биологические эффекты, вызванные любыми ионизирующими излучениями, принято сравнивать с эффектами от рентгеновского и

гамма-излучения. Для этого вводится **ЭКВИВАЛЕНТНАЯ ДОЗА**, определяемая как произведение поглощенной дозы на коэффициент, зависящий от вида излучения. Для рентгеновского излучения этот коэффициент равен единице. Эквивалентная доза измеряется в бэрах (биологический эквивалент рентгена). 1 бэр рентгеновского излу-

в автомобильной катастрофе или скончаться от того же рака легких, вызванного курением сигарет.

Словом, я хочу сказать только одно: риск умереть от рака у жителей, например, Киева, вызванный нынешним превышением фоновой радиации, значительно меньше, чем у людей, живущих вблизи от современной мощной угольной электростанции. Он находится на уровне риска, существующего при обычном рентгеновском обследовании.

Что в этой связи можно сказать о проблеме безопасности пищевых продуктов?

Молоко и свежая зелень — лук, петрушка, укроп, кинза — могут быть загрязнены. Но за ними ведется постоянный радиометрический контроль. Так что можете быть уверены, что ни одна партия овощей, не отвечающая санитарным нормам, в продажу не поступит. Что же касается урожая овощей, фруктов, зерна, то оснований для беспокойства просто нет.

Может быть опасным молоко из-под коров, поедающих свежую траву. Отдельные партии его уже приходилось забраковывать. Но оно, кстати, не пропадает, а идет в переработку на изготовление сыра или сгущенки. Сыр, как вы знаете, созревает два-три месяца, а сгущенное молоко можно хранить годами. За 80—90 дней активность йода-131 станет ничтожной, и эти продукты в радиационном смысле будут также совершенно чистыми.

Как было воспринято известие об аварии на Чернобыльской АЭС вашими зарубежными коллегами?

С полным пониманием и искренним участием. Я лично сразу же получил телеграмму от профессора Пелерана, директора центра ВОЗ в Париже. Он предлагал неформальную помощь как лекарствами, так и приборами для контроля состояния окружающей среды. Аналогичные предложения сделал в Минздрав СССР профессор Жаме — директор Института радиопатологии, один из ведущих специалистов Международной комиссии по радиологической защите. В нашу страну прибыли американские ученые, а также исследователи из других стран, которые предложили нам свою помощь, свои знания.

Словом, реакция научного сообщества резко отличается от позиции некоторых западных средств массовой информации. Мои зарубежные коллеги восприняли аварию на советской атомной электростанции как общечеловеческое несчастье, как беду, которая могла бы произойти в любой стране, развивающей атомную энергетику.

Случившееся в нашей стране еще раз заставляет задуматься о том, как важен контроль над использованием атомной энергии. Даже незначительная радиоактивность, попавшая в окружающую среду, стала источником многих бед, унесла человеческие жизни. Но масштабы ядерной беды могут стать неизмеримыми, если разразится, случайно или преднамеренно, самое страшное — ядерный конфликт.

Сейчас особенно остро чувствуешь и понимаешь, как жизненно необходима борьба за полную ликвидацию ядерных арсеналов, выдвинутая в заявлении М. С. Горбачева от 15 января 1986 года, как нужно мирное сотрудничество ученых.

чения соответствует 1 раду поглощенной дозы.

Уровень радиации характеризует **ЭКСПОЗИЦИОННАЯ ДОЗА**, измеряемая по ионизации воздуха. Она определяет количество ионов, образовавшихся в единице объема воздуха, и измеряется в рентгенах. 1 рентген соответствует образованию в 1 см³ воздуха $2,08 \cdot 10^9$ пар ионов. При

оценочных расчетах можно считать, что экспозиционной дозе в 1 рентген соответствует эквивалентная доза в 1 бэр.

Максимально приемлемые для человека дозы регламентированы государственными Нормами радиационной безопасности НРБ-76, принятыми в 1976 году. Предельно допустимая доза за год (ПДД) для персо-

нала, работающего с радиоактивными веществами, установлена в 5 бэр/год. ПДД — это наибольшее значение индивидуальной дозы за год, которая при воздействии в течение 50 лет не вызовет у человека неблагоприятных изменений. Для населения установлен предел дозы за год, в десять раз меньший — 500 миллибэр/год.

Ядерные испытания: мнение американских химиков

Член-корреспондент АН СССР
Ю. А. ЗОЛотов

В июне 1983 г. журнал «Chemical and Engineering News» опубликовал статью лауреата Нобелевской премии Гленна Сиборга, в свое время председателя Комиссии по атомной энергии США, президента Американского химического общества (ACS). Он призвал коллег поддержать полное запрещение ядерных испытаний как самый простой и быстрый способ продвинуться вперед в контроле над вооружениями. По мнению этого авторитетного исследователя, иностранного члена АН СССР, нарушения подобного договора в наши дни было бы невозможно сохранить в тайне: сейсмические данные и наблюдения со спутников позволяют безошибочно выявлять взрывы.

Обращение не осталось без последствий: восемь региональных отделений ACS приняли заявления в поддержку общественных акций против испытаний. Однако весной 1984 г. коллегия директоров ACS, обсудив предложение Сиборга, десятью голосами против четырех отвергла намеченные было планы действий. Одновременно, правда, было решено передать вопрос на дополнительное изучение комитету, который разрабатывает планы работы общества. Комитет предложил провести широкое обсуждение этой темы на очередной сессии ACS.

По разным причинам обсуждение не состоялось ни осенью 1984 г. в Филадельфии, ни весной 1985 г. в Майами-Бич (сессии ACS собираются дважды в год). Но на второй день заседаний в Майами-Бич в вестибюле Дворца конгрессов, где они проходили, появились пачки газеты «Journal of Commerce» со статьей президента общества Элвиса Филдса. Он напомнил о призыве Сиборга и предлагал поддержать его.

Я присутствовал на этой сессии (был

приглашен выступить с докладом) и помню, какое глубокое впечатление произвела на большинство собравшихся эта статья, написанная страстно и убедительно.

«Угроза нависла над нами, как черная туча. Продолжающаяся гонка вооружений принесла мало безопасности или вообще не принесла ее ни одной из сторон. Она, скорее, умножила страх: ошибка человека или компьютера может привести к войне, которой никто не хочет.

Министерство обороны признает, что дым и пыль после обмена ядерными ударами могут закрыть Солнце и привести к резкому падению температуры (...) Независимо от того, поверим ли мы в ужасы ядерной зимы или понадеемся, что, может быть, все будет не так уж страшно, никто из нас при мысли о конфликте между великими державами не может чувствовать ничего, кроме отчаяния.

Письмо мистера Сиборга показалось многим членам Американского химического общества лучом света во тьме».

Выводы Филдса были близки к тому, что думают советские ученые.

«Я считаю, — отмечал он, — что если будет введен запрет на испытания ядерных вооружений, то сползание к ядерной войне замедлится по трем основным причинам:

1. Надежность существующих видов оружия со временем будет уменьшаться, в результате чего ни одна страна уже не будет уверена, что сможет успешно нанести ядерный удар первой.

2. Ядерные державы не смогут разрабатывать новое, еще более разрушительное и «удобное» оружие.

3. Попытки предотвратить распространение ядерного оружия среди государств, которые его еще не имеют, будут более успешными, так как эти государства лишатся возможности разрабатывать надежные виды такого оружия».

Эти справедливые соображения были высказаны Филдсом до введения Советским Союзом в одностороннем порядке моратория на ядерные взрывы с августа 1985 г., который, несомненно, прибавил сил тем американским ученым, которые активно противились испытаниям в штате Невада.

Между тем стало известно, что долгожданная дискуссия об отношении ACS к

запрещению испытаний будет наконец-то проведена на осенней сессии в Чикаго.

Дискуссия действительно состоялась и была весьма активной. Химики, правда, спорили не столько друг с другом, сколько с прибывшими на сессию представителями правительства. Одним из последних был Спаржион Кини, исполнительный директор Ассоциации по контролю над вооружениями (в 1977—1981 гг. — заместитель директора Агентства по контролю над вооружениями и разоружению, в 1980 г. — глава делегации США на переговорах с СССР по ядерным вооружениям). Он объявил, что запрет испытаний — не главный вопрос в отношениях между великими державами: «Центральный момент, который осложнил переговоры, — решение администрации Рейгана сосредоточиться на звездных войнах».

Начав с этой вполне здоровой посылки, признав, что затеи администрации могут вообще разрушить структуру контроля над вооружениями, согласившись даже с тем, что полное запрещение испытаний сыграло бы важную роль в сохранении такого контроля, поскольку остается символом надежды для большинства человечества («Нежелание Соединенных Штатов даже вести переговоры по этому вопросу привело к изоляции США от остального мира, породило мрачные сомнения в серьезности отношения США ко всей проблеме контроля над вооружениями»), Кини, вопреки собственной логике, выступил... против запрещения испытаний. Оно-де «не является и не может быть полным решением вопроса о гонке вооружений». Но разве кто-то утверждал, что «является» и «может»? Речь-то идет лишь о первом, но очень важном шаге в правильном направлении.

Немедленное прекращение испытаний, толковал между тем Кини, замедлило бы качественное совершенствование американского оружия, в особенности радикально новых его образцов, в частности рентгеновских лазеров с ядерной накачкой для противоракетной обороны.

Комментарии здесь, право, излишни. Вот она, настоящая причина неуступчивости администрации! Более напористо, без экивоков эту позицию выразил Дуглас Фейс, сотрудник Пентагона, занимающийся политикой переговоров. До прихода в министерство обороны Фейс, юрист по образованию (Кини, в

отличие от него, физик), работал в Совете национальной безопасности.

«Chemical and Engineering News» в отчете о дискуссии писал: «Руководители США от Эйзенхауэра до Картера пытались, хоть и с разной степенью энтузиазма, достичь совместных, контролируемых ограничений на испытания. Администрация Рейгана прямо отвергла идею полного запрета испытаний как не отвечающую национальным интересам настоящего времени, хотя и рассматривает такой запрет как долгосрочную цель США».

Итогом дискуссии стали следующие заключения, сформулированные с некоторой долей расплывчатости:

1. США действительно участвуют в гонке вооружений.

2. Полное запрещение ядерных испытаний можно контролировать — с этим согласны все специалисты-сейсмологи.

3. Необходимость ядерных испытаний по меньшей мере спорна.

После сессии в Чикаго Советский Союз неоднократно продлевал односторонний мораторий на испытания. М. С. Горбачев предложил Р. Рейгану встретиться и обсудить проблему прекращения ядерных взрывов. Предложение было повторено после аварии на Чернобыльской АЭС. Администрация США, не склонная прислушиваться даже к голосу собственного народа, была глуха и к этому.

Между тем многие американские ученые продолжают протестовать против испытаний. Вот что заявил Ричард Гарвин, принимавший участие в создании водородной бомбы: «Запрещение ядерных испытаний укрепит безопасность как США, так и СССР и уменьшит угрозу распространения ядерного оружия на другие страны».

Неужели правительство США так и не усвоит эту здравую мысль?

У нас в гостях «Природа»

«Посылаю Вам несколько изданий журнала «Природа», который мы хотим поддержать и использовать для целей сближения науки с промышленностью», — писал в 1918 г. Ленину секретарь Совнаркома Н. П. Горбунов.

Это издание высоко ценилось передовой русской интеллигенцией с момента его основания в 1912 г. известным химиком Л. В. Писаржевским и зоопсихологом В. А. Вагнером. Постоянными читателями и авторами «Природы», ставшей в советское время органом Академии наук, были В. И. Вернадский, С. И. Вавилов, Н. К. Кольцов, Л. С. Берг, А. Е. Ферсман, О. Ю. Шмидт и другие крупнейшие исследователи. Многие из них принимали активное участие в редактировании журнала. Они и сформировали по-своему уникальный стиль этого печатного органа, рассказывающего о науке ее собственным языком, без упрощений и вульгаризации.

Читателям «Химии и жизни» едва ли нужна подробная справка о журнале, ныне гостящем на наших страницах. Многим из них он хорошо известен, и приближающееся 75-летие со дня его первого выпуска для них событие столь же радостное, как и для коллектива нашей редакции.

Несколько слов о материалах, публикуемых в нашей подборке с сокращениями (полностью их можно будет прочесть в ближайших номерах «Природы»). Они отражают принципиальные для нее направления: наука в борьбе за мир, охрана окружающей среды, наука и человек. Последней теме посвящены «Заметки по поводу юбилея» — размышления известного физикатеоретика, академика В. Л. Гинзбурга. 4 октября Виталию Лазаревичу исполняется 70 лет. Редакция и редакция «Химии и жизни» пользуются случаем принести ему свои поздравления.

«Звездные войны» и возможность несанкционированного ядерного конфликта

Академик
Б. В. РАУШЕНБАХ

Программа СОИ, за которую ратует нынешняя администрация США, угрожает появлением в космосе сотен, а то и тысяч боевых спутников, противоракет и прочих орудий, управляемых с помощью ЭВМ. Естественно, реализация подобных проектов не будет оставлена без ответа, в результате чего может появиться вторая, технически сходная система оружия, противодействующая первой. Программное обеспечение обеих потребует работы колоссального объема, и практически невероятно, чтобы при ней не было допущено ни одной ошибки, способной «просочиться» сквозь системы контроля и дублирования.

Предположим, однако, невозможное: что обеспечение идеально и все бесчисленные механизмы, входящие в состав систем, действуют тоже идеально, без сбоев. Даже в этом гипотетическом случае вероят-

ность «случайного» ядерного конфликта остается недопустимо высокой.

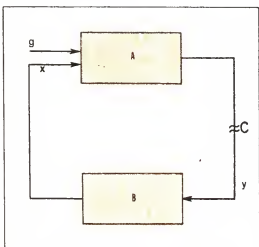
Выведенные в космос многофункциональные системы составят некоторый боевой комплекс. Чтобы достигнуть нужной эффективности, он будет стремиться не быть застигнутым врасплох, и значительные средства будут затрачиваться не только на обнаружение старта баллистических ракет, но и на обнаружение подготовок к такому старту, к боевому использованию космического оружия, а также других подготовительных операций.

Будем далее исходить из того, что обнаружение операций, непосредственно предшествующих боевому использованию космических средств, возможно и что обе стороны не стремятся развязать ядерный конфликт при первом же появлении признаков, которые могут быть истолкованы как подготовка к началу боевых действий.

Если космическая система А обнаружила, что система В приступила к подготовительным операциям, то она тоже должна начать их, а не развязывать ядерную войну, поскольку не исключено, что действия системы В были просто ошибочно истолкованы. Лишь при обнаружении достаточно большой совокупности тревожных признаков А может счесть себя вынужденной к началу боевых действий, причем не обязательно сразу пускаться в ядерное оружие. Таким образом, создает-

ся известная постепенность реагирования на действия другой стороны, имеющая целью исключение возможности случайного возникновения ядерного конфликта. «Устойчивость» систем А и В, взятых порознь, вовсе не означает, что устойчивой будет и большая система $A+B$. Здесь обычные методы расчета, моделирования, отработки и испытания больших систем, нужные для обеспечения устойчивости их совместной работы, не смогут быть реализованы с необходимой полнотой. И вот почему. Системы А и В противоборствующие, поэтому отработка и отладка каждой из них будет происходить независимо, более того, в полной тайне. Их первое «объединение» в большую систему произойдет, когда они приступят к боевому дежурству, их первая совместная работа начнется при первой же реальной конфликтной ситуации, а первым испытанием могут оказаться боевые действия.

Современная теория управления говорит о том, что объединение двух порознь устойчивых систем в общую большую систему нередко приводит к неустойчивости последней. Поясним сказанное, обратившись к схеме.



Прямоугольники А и В изображают соответствующие системы, а линии х и у, заканчивающиеся стрелками, — потоки информации, которыми обмениваются системы А и В после того, как они объединились в большую систему $A+B$. Этими «потоками информации» являются тревожные признаки, которые одна система обнаруживает в другой (помимо ее желания). Начнем рассмотрение задачи, обратившись к «разомкнутой» системе и предположив, что в точке С связь между А и В прервана — информация у в систе-

му В не попадает, то есть В не в состоянии обнаружить процессов, идущих в А.

Пусть в условиях реального функционирования системы В (речь идет не о боевых действиях, а об обычном режиме дежурства) в ней происходят некоторые процессы, которые регистрируются системой А (на схеме это показано как получение информации х). Предположим, что эти процессы вовсе не связаны с подготовкой к боевым действиям, а имеют причинно-следственную связь с какой-либо проверочной или какой-либо другой деятельностью. Допустим, что система А воспринимает их как сигналы, свидетельствующие о подготовке В к боевым действиям (ведь А не обладает исчерпывающей информацией о достоверных признаках подготовки В к боевым действиям; в этих условиях взаимная подозрительность не только легко объяснима, но и необходима). Получив эту информацию х, система А перейдет из режима чистого наблюдения в состояние боевой готовности той степени, которая адекватна х. Если по истечении некоторого времени неискренности в системе В будет устранена или закончится ее проверка, иными словами, поток информации перестанет содержать тревожные признаки, система вернется к режиму чистого наблюдения. Трагических последствий не произошло. Система проявила «устойчивость», но только потому, что информация у, говорящая о действиях А, не поступала в В.

Рассмотрим теперь поведение обеих систем при замыкании обратной связи в точке С, когда они становятся единой системой $A+B$. Предположим, что обе по отдельности «устойчивы» в описанном выше смысле и работают идеально. Пусть далее в А поступает сигнал g, никак не связанный с работой В, а имеющий причиной какое-либо редкое атмосферное явление или случайное происшествие в космосе, которое может быть интерпретировано системой А как тревожный сигнал. Предположим, что этот сигнал не слишком серьезен и А начнет делать лишь первые шаги к переходу в состояние боевой готовности. Как только информация у об этих первых шагах поступит в систему В, она тоже приступит к аналогичным шагам, и на «выходе» в А появятся уже два одно-временных сигнала — g и х, причем последний действительно будет связан с действиями В. Появление двух тревожных сигналов вместо одного заставит А сделать следующий шаг к полной боевой готовности, и это сразу изменит информацию у на входе в В — она тоже станет более тревожной. Связанная с этим перестройка

функционирования В изменит содержание информации х, которая приобретет еще более тревожный характер. Система А сразу отреагирует на это, в результате разовьется лавинообразный процесс приближения к боевым действиям, который может перерасти в ядерный конфликт.

Приведенные рассуждения поучительны в том смысле, что они иллюстрируют реальную возможность совершенно «беспричинного» начала боевых действий в результате взаимодействия двух абсолютно исправных автоматизированных систем, каждая из которых сама по себе «устойчива», то есть неспособна развить лавинообразный процесс, если зарегистрирует «слабый» единичный сигнал г. Это типичный пример «автоматического» начала войны без какой-либо консультации с военными или политическими руководителями.

Теория управления легко объясняет неустойчивость системы А+В наличием положительной обратной связи между А и В: А отвечает на действие В так, что В не успокаивается, а возбуждается еще сильнее. Выходом из положения может оказаться введение такой схемы управления, которая просто не реагирует на слабые сигналы. С точки зрения теории управления это означает переход от систем управления, в основе которых лежит пропорциональное реагирование, к системам релейного типа.

Если бы А и В не были противоборствующими, а сотрудничали в осуществлении некоторой мирной программы, то всегда можно было бы произвести натурное включение В с тем, чтобы А могла изучить и зафиксировать совокупность наблюдаемых признаков, которые необходимы и достаточны для ее включения (и наоборот). Но рассматриваемые системы противоборствующие, В никак не заинтересована во включении А (ведь это означает начало ответных боевых действий) и поэтому будет принимать все возможные меры, способные помешать работе А. Сейчас трудно предсказать, каковы будут конкретные формы «обмана», но история войн полна примеров самых неожиданных для противной стороны действий.

Предположим, создатели системы А знают, что определенный вариант начала боевых действий другой стороны может быть безошибочно определен при появлении пяти известных тревожных признаков. Учитывая потенциальную возможность маскировки, они будут стоять перед трудной задачей: а что если приборы регистрируют только три или четыре тревожных признака из пяти? Начинать ли боевые действия? Их следует начинать, если отсутствие ря-

да признаков есть просто следствие «военной хитрости» нападающей стороны. Боевые действия ни в коем случае не следует начинать, если отсутствие свидетельствует о том, что происходит вовсе не нападение, а что-то другое.

Все это усугубляется тем, что такое ответственное решение надо заложить в программное обеспечение А задолго (возможно, за многие годы) до того, как в компьютерах этой системы оно будет на самом деле приниматься. Таким образом, возникшая неопределенность признаков начала боевых действий может привести либо к ошибочному отказу от отражения нападения, либо к началу боевых действий по ошибке. Создание абсолютно надежного программного обеспечения системы А в этих условиях просто невозможно. Конечно, все это относится и к системе В.

В программном обеспечении системы А и В будет заложено много различных вариантов начала боевых действий, каждый со своей системой признаков, и хотя бы в части из них будет против воли его создателей заложена возможность саморазрушительного начала боевых действий. Она будет как бы предусмотрена программным обеспечением, составленным по ошибочным представлениям о возможных действиях другой стороны.

Одним из возможных возражений против нарисованной здесь картины почти неизбежного развязывания военного конфликта даже при отсутствии ошибок программного обеспечения или отказов элементов противоборствующих систем является малая вероятность такого фатального стечения обстоятельств. Однако не следует забывать, что к единичному событию теория вероятностей неприменима. Если читающий эти строки попытается вычислить вероятность того, что на свет родился именно он, а не его потенциальные братья или сестры, учтет вероятность рождения и встречи своих родителей, затем их родителей и т. д., то сразу убедится в том, что вероятность его появления на свет практически равна нулю. И тем не менее он эти строки читает.

Трагедия с космическим кораблем «Челленджер» тоже говорит о неожиданно большой вероятности отказа «абсолютно надежной» (как ее называли) космической системы. При этом надо иметь в виду, что программное обеспечение и конструктивная сложность этого корабля многократно использованы не может идти ни в какое сравнение со сложнейшим обеспечением космической системы «звездных войн» и сложнейшими конструкциями космических боевых станций

с лазерным и иным оружием. Следовательно, аварии, отказы, взрывы объектов, составляющих материальную основу системы «звездных войн», вполне вероятны, и далеко не ясно, как эти аварии и взрывы будут интерпретировать противостоящие стороны.

Самоубийственный исход взаимного наблюдения двух противоборствующих систем может наступить вскоре после включения,

может случиться через пару лет, но когда это произойдет, то скорее всего второго такого случая ждать не придется. Просто кончится жизнь на Земле.

Человечество, если оно не откажется от гонки вооружений, ожидает апокалиптическое будущее. Чтобы этого не случилось, люди должны объединиться на базе разоружения, иначе объединятся созданные ими автоматы и уничтожат неразумных людей.

Красная книга

Богомолы

Доктор биологических наук
М. А. КОЗЛОВ

Предсказатели, пророки, богомолы — так называют насекомых отряда Mantodea, характерная поза которых — приподнятые переднегрудь и передние конечности — напоминает застывшего в молитве с воздетыми к небу руками человека. В странах Азии и Африки, где различные виды богомолов обычны и многочисленны, им приписывают способность помочь человеку в беде, вывести его на путь, свободный от невзгод: стоит лишь пойти туда, куда направлены «праведные длани» насекомого.

На самом деле богомолы застывают не в молитвенном экстазе, а подкарауливают добычу из засады, затаившись с приподнятыми хватательными конечностями. Ведь они дневные хищники-засадники. Трагический конец ждет любое насекомое, которое прибли-



2

зится к богомолу: молниеносный разящий удар передними ногами, и жертва бьется в тисках, она зажата между бедром и голенью, захват подобен пружинному смыканию зазубренного лезвия ножа. Но не одними насекомыми сыты богомолы. Среди них есть такие, которые для удовлетворения своих гастрономических потребностей охотятся на лягушек, ящериц, мелких змей, небольших птиц и мышей.

Богомолов на земном шаре не менее 2 тысяч видов. Все они теплолюбивы, большинство их обитает в тропиках и субтропиках всех частей света. В нашей стране более 20 видов богомолов, из них 3 внесены во 2-е издание «Красной книги СССР». Это эмпуза полосатая (*Empusa fasciata* — рис. 1), боливария короткокрылая (*Bolivaria brachyptera* — рис. 2) и богомол древесный (*Hierodula tenuidentata* — рис. 3).

«Заостренная физиономия эмпузы выглядит не просто хитрой: она пригласила бы Мефистофелю. На конической голове торчат, словно кинжалы, расходящиеся рожки. Суставы

ее длинных ножек снабжены пластинчатыми придатками, словно налокотниками рыцарей древних времен. Дугой приподнимается ее изрезанное по краям фестонами плоское брюшко. Увидевший ее впервые вздрогнет от удивления». Так образно охарактеризовал облик этого насекомого знаменитый французский энтомолог, основоположник учения о поведении насекомых Ж.-А. Фабр.

Боливария короткокрылая — буровато-серый богомол длиной 34—53 мм, у которого дымчатые крылья с черновато-фиолетовой каймой (надкрылья имеют беловатый край) не заходят за середину брюшка.

Богомол древесный — крупное зеленого цвета насекомое длиной 44—75 мм, с длинными крыльями, которые заходят за вершину брюшка. На крыльях хорошо видны два белых глазка, боковые края груди у самок зазубрены, а у самцов гладкие. В «Красной книге СССР» как необходимая мера охраны всех трех видов богомолов предлагается охрана их в существующих заповедниках, где вид встречается. Звучит это совсем непонятно, так как в за-



1



3

поведниках должен охраняться весь животный и растительный мир.

Сейчас трудно изыскать какие-либо другие способы, кроме заповедания конкретных участков обитания. Биология богомолов изучена недоста-

точно (о бовиварии вообще нет сведений подобного рода), не установлена численность. Не занимались энтомологи и разведением богомолов в неволе, а это в настоящее время для некоторых насекомых может быть единственным способом

сохранить вид и затем расселить его в прежние, не измененные человеческой деятельностью места обитания.

Рисунки
Т. Н. ШИШЛОВОЙ

Заметки по поводу юбилея

Академик В. Л. ГИНЗБУРГ

Долгие годы у нас (да и во всем мире) наблюдался быстрый рост числа научных работников. Так, в Академии наук СССР в 1937 г. это число составляло около 3 тысяч, а к началу 1985 г. равнялось уже 54 тысячам. В некоторых областях, особенно в физике, рост был еще быстрее. К сожалению, я не располагаю достаточно подробными сведениями на этот счет. Поэтому приведу пусть и весьма частные, но зато точные сведения, касающиеся Отдела теоретической физики ФИАН СССР. В отделе работает 51 научный сотрудник, имеет несколько стажеров и аспирантов, а также инженеров, ведущих научную работу. В 1985 г. из 21 младшего научного сотрудника 17 имели кандидатскую степень. Среди старших научных сотрудников лишь 6 — кандидаты наук, остальные — доктора (в числе последних единственная женщина); заведующие секторами — доктора наук; к числу докторов наук относятся академики и члены-корреспонденты (в отделе работают 3 академика и 3 члена-корреспондента АН СССР).

Отдел пополняется исключительно за счет молодежи в возрасте 25—27 лет; в последние годы он растет примерно на 4 % в год (2 человека). Такой рост представляется минимальным, необходимым. Но и в этом случае, если никто не покинет отдел, средний возраст сотрудников в год будет возрастать примерно на 3 месяца. Непрерывное старение почти всех категорий научных работников за последние 25 лет ясно видно и из таблицы. И это при росте за 25 лет общего числа сотрудников более чем в 3 раза! Можно думать, что эти цифры довольно типичны для многих других отделов и лабораторий. В силу медленности снижения продуктивности с возрастом вплоть до 60 лет происходившее до сих пор увеличение среднего возраста сотрудников, как мне кажется, еще заметно не сказалось на работе. Впрочем, значительно больший приток молодежи все равно был бы весьма полезен для дела.

Однако на это нельзя рассчитывать; напротив, в академических институтах Москвы, по видимому, достигнуто насыщение по численности. Более того, новое штатное расписание, вводимое в 1986 г. и связанное как с созданием новых категорий должностей (научный сотрудник, ведущий научный сотрудник, главный научный сотрудник), так и с возможностью увеличивать зарплату (в основном более молодым научным сотрудникам), побуж-

дает к сокращению штатов. На словах сокращать штат академических институтов, быть может, и не трудно, но в реальных условиях не ясно, как это делать. Насыщение академических и ряда других учреждений научными кадрами делает особенно острой проблему отбора молодых людей, приходящих в науку. Чем меньше вакансий, тем, очевидно, тщательнее нужно отбирать наиболее профессионально пригодных. Между тем академическая аспирантура совершенно не отвечает этим требованиям, которые могут быть удовлетворены только при наличии открытого всеобщего конкурса в академическую аспирантуру. Об этом я говорю (даже кричу!) и пишу уже 10 лет, но результатов пока нет.

ПОСЛЕ 60 [О НАУЧНЫХ РАБОТНИКАХ СТАРШИХ ВОЗРАСТОВ]

В 60 лет научный работник, как и всякий человек, становится лицом пожилого возраста и в нашей стране может уйти на пенсию (женщины — на пять лет раньше). Возможность перехода на пенсию — огромное социальное завоевание. Представляется правильным как выбор пенсионного возрастного порога (55 и 60 лет), так и отсутствие дифференциации по профессии, должности и т. д.

Число научных сотрудников
Отдела теоретической физики
ФИАН и их средний возраст

Год	Все научные сотрудники		Младшие научные сотрудники		Старшие научные сотрудники		Заведующие секторами	
	число	возраст	число	возраст	число	возраст	число	возраст
1960	15	37,2	4	32,0	8	34,1	3	52,3
1965	19	38,7	6	29,3	10	38,8	3	57,3
1970	27	40,5	10	31,3	12	42,4	5	54,4
1975	32	41,1	13	32,8	12	43,6	7	52,0
1980	41	42,6	16	33,7	17	44,6	8	56,1
1985	51	44,3	21	34,6	22	47,5	8	61,1

По данным, которые удалось извлечь из «Демографического словаря», в СССР в 1970 г. людей старше 60 лет было 11,8 % от всего населения, а уровень долголетия (отношение числа людей в возрасте 80 лет и выше к людям в возрасте 60 лет и выше) составлял примерно 7—12 %. Людей старше 80 лет было около 1 % от всего населения.

Любопытно сравнить приведенные цифры с возрастным составом Академии наук СССР по данным на 5 мая 1985 г. В таблице в первом столбце (≥ 50) указано число всех академиков или членов-корреспондентов в возрасте 50 лет и выше. Аналогичный смысл имеют данные в столбце (≥ 60) и т. д.

Средний возраст академиков 69,9 года, а для членов-корреспондентов он равен 63,1 года. Особенно важно, что 80 % академиков и 55 % членов-корреспондентов относятся уже к пожилому (60—75 лет) и старому (≥ 75) возрастам. Ясно, что проблема работоспособности и продуктивности в этих возрастных группах не только интересна или любопытна, но и имеет актуальное значение для развития науки, поскольку члены академии в большинстве случаев играют довольно видную роль в научной жизни нашей страны. К сожалению, соответствующие данные, по-видимому, не проанализированы.

В связи с отсутствием обработанных данных о других, да и независимо от этого, я попытался заняться «наукометрией» собственных публикаций и работ. Под «работами» понимаю статьи, иногда совсем короткие, но содержащие оригинальные результаты, а также обзоры, книги, некоторые опубликованные доклады. К числу «работ» не относятся научно-популярные статьи, некоторые заметки и статьи, в основном дублирующие опубликованное ранее, рецензии, предисловия, статьи в газетах и т. п. Деление, конечно, довольно условное. Для себя под «работой» понимаю публикации, включенные в список, который начал когда-то составлять по необходимости, а потом пополнял — такой список удобно иметь под рукой. В моем списке за период с 1939 по 1985 г. (то есть за 47 лет) всего 315 работ; при этом ряд дублирующих или родственных статей фигурирует под одним именем. Следовательно, за год в среднем выполнялось 6,7 работы. С 1977 по 1985 г. (уже пожилой возраст) сделано 40 работ (в среднем 4,4 работы в год). За эти же 9 лет полное число публикаций, упомянутых в моих академических отчетах, равно 90 (в среднем 10 в год; сюда включены, конечно, все работы, но не учтены предисловия к сборникам и книгам и т. п.). Полного числа публикаций за все годы я не знаю; если не считать мелочей, то их примерно раза в два больше числа работ. Замечу, что число работ и число публикаций довольно сильно флуктуируют — год на год не приходится (например, в 1985 г. я подготовил 14 публикаций, из которых 7 можно считать «работами»; из них, правда, 4 с соавторами).

Физик-теоретик в основном работает сам или

с одним, редко двумя соавторами. Я не исключение, совместных статей у меня меньше половины, но с возрастом их становится все больше. При анализе продуктивности и работоспособности вопрос о совместных публикациях особенно важен. Выявлять вклад соавторов совместной работы и трудно, и обычно некорректно. Вместе с тем критерии, которыми руководствуются при вхождении в авторский коллектив в разных областях и для разных людей, весьма различны. Поэтому вывод о высокой продуктивности некоторых руководящих научных работников, полученный на основе числа публикаций, может оказаться совершенно неверным. Рад констатировать, что среди советских физиков-теоретиков «приписывание» к чужим работам в общем не практикуется. Кстати, нужно различать оригинальные работы и обзоры, популярные статьи и т. п. В первом случае (оригинальные работы) в число авторов может входить лишь тот, кому принадлежит идея работы (если эта идея нетривиальна) и ее обсуждение, или тот, кто непосредственно участвовал в ее выполнении (в вычислениях и обсуждении). Если речь идет о неоригинальной публикации, критерии допустимости соавторства более расплывчаты, но все равно появление фиктивных «соавторов» нельзя ни понять, ни оправдать.

«НИЧЕГО ТАК НЕ СЛЕДУЕТ ОСТЕРЕГАТЬСЯ В СТАРОСТИ, КАК ЛЕНИ И БЕЗДЕЛИЯ»

Сознательно или бессознательно, почти все научные работники, кого пришлось наблюдать, руководствуются этим принципом, провозглашенным Цицероном. Те, кто сейчас старше 35—40 лет, в большинстве своем сталкивались в жизни с многими трудностями, привыкли тяжело и много работать (и, кстати, нередко не имели возможности и не научились хорошо отдыхать). Для них, если сохранились здоровье и интерес к науке, уход на пенсию не «заслуженный отдых», а почти трагедия. Для дела, для развития науки уход с работы вполне еще работоспособных и опытных людей также крайне невыгоден. Вместе с тем нельзя не считать с возрастными изменениями и необходимостью освобождать место для молодых. Здесь мы сталкиваемся с подлинной проблемой, о которой нужно думать, решать ее.

Уже довольно давно существует институт «профессоров-консультантов», позволяющий работоспособным докторам наук и на пенсию продолжать работать, получая некоторую дополнительную зарплату. Штатное место при переходе на должность консультанта освобождается, высвобождается и существующая часть зар-

Возрастной состав членов АН СССР (по данным на 5 мая 1985 г.)

Возраст	≥ 50	≥ 55	≥ 60	≥ 65	≥ 70	≥ 75	≥ 80	≥ 85	≥ 90	≥ 95	≥ 100
Академики	280	261	226	195	157	110	54	15	3	1	0
Процент к общему числу академиков (284)	98,6	91,9	79,6	68,7	55,3	38,7	19,0	5,3	1,06	0,35	0
Члены-корреспонденты	510	426	382	220	175	91	34	18	4	2	0
Процент к общему числу членов-корреспондентов (549)	92,9	77,6	55,0	40,1	31,9	16,6	6,2	3,3	0,73	0,36	0

платы. Должен быть узаконен и переход на половину ставки с сохранением пенсии. Такая система представляется мне прогрессивной. Неправильно, однако, ограничивать ее докторами наук. Проводимая сейчас переаттестация научных работников, переход на новую структуру должностей в значительной мере направлены как раз на то, чтобы больше внимания обращать на деловые качества, а не только на ученые степени.

Члены Академии наук СССР и других академий, насколько я знаю, весьма редко выходят на пенсию. Во всяком случае, их к этому не поуждают, мотивируя особенно высокой квалификацией. Но возраст властен над всеми. Поэтому вряд ли можно возражать против перехода на пенсию и членов академий, причем с предоставлением им возможности оставаться консультантами. Впрочем, допустимо разрешить очень небольшой категории лиц и в почтенном возрасте, если силы позволяют, не уходить на пенсию или, находясь на пенсии, сохранить небольшой сектор или лабораторию, скажем, для теоретиков — до 5—8 человек, для экспериментаторов — до 15 человек. Но чего, по моему убеждению, нельзя оправдать, так это возможности в любом возрасте (даже старше 85, а то и 90 лет!) оставаться директором института, иногда огромного. У нас же такие случаи известны.

Не вижу оснований для обязательной отставки по возрасту с любой должности, заведомо нет оснований и как-то ограничивать избирательные права членов академии. Но необходим обязательный предельный возраст для замещения научных должностей, связанных с большой ответственностью и нагрузкой, причем он не должен допускать исключений.

Если не касаться болезней или «нормального» повышения утомляемости, то очевидны следующие причины уменьшения научной продуктивности с возрастом.

Во-первых, падение «творческих» способностей (слово «творчество» стало таким затасканным, что без кавычек обойтись трудно). Можно спорить, приводить в пример Микеланджело, Пикассо, Шагала. Но в физике даже великие люди, дожившие до старости и сохранившие ясность мысли, становились все же менее оригинальными и изобретательными, не работали, как в молодости.

Во-вторых, уже в пожилом возрасте, не говоря о более позднем, нередко становится неинтересно работать над некоторыми темами, трудно вести сложные вычисления и т. д. В молодости тоже бывает трудно работать, иногда даже очень трудно, и это скорее правило, чем исключение. Важные результаты редко даются легко. Пусть идея и возникла мгновенно, ее ведь еще нужно реализовать, за решением обычно следует труд, труд и труд. Но с возрастом исчезают некоторые стимулы, в частности падает то «здоровое честолюбие», которое столь способствует преодолению трудностей.

В-третьих, достижение «степеней известности» сопряжено, как правило, со всякими нагрузками и обязательствами, а поэтому времени для своей собственной работы становится все меньше. Разумеется, руководство научной работой других и научно-организационная деятельность необходимы, полезны и почетны. Если такая деятельность приносит удовлетворение — тем луч-

ше. Но многим, мне в том числе, подлинное удовольствие и удовлетворение доставляет лишь собственная работа, пусть это будет даже скромная научно-популярная статья. Одно из следствий подобной ситуации — то, что в выходные дни я обычно работаю. Вряд ли это должно быть нормой.

Поскольку я опять перешел на себя, отмечу, что испытываю затруднения, обусловленные не только третьей из перечисленных причин, но и первыми двумя. Позволю себе поделиться таким наблюдением. В прошлом я со скуки, во время болезни, в поезде, на лодке играл в игру, которую неправильно называл «мозговой атакой»: брал часы и старался за 15—30 минут придумать какой-либо эффект, какое-либо возможное явление. И выходило, придуманные так эффекты (быть может, правильнее сказать — эффектики, ибо речь не идет о чем-то значительном) легли в дальнейшем в основу десятка работ. Не будут приводить конкретные примеры и ограничусь замечанием, что некоторые из них касаются эффекта Вавилова — Черенкова, переходного излучения и переходного рассеяния. Но вот уже лет десять ничего у меня из «мозговой атаки» не получается, перестал и пробовать. Или воображения не хватает, или не можешь достаточно напрячь внимание, либо, наконец, иссяк запас того материала, образов, представлений, из которых конструируется что-то новое. Ответа дать не могу, но факт есть факт.

Л. Д. Ландау не раз подчеркивал, что нельзя не нужно «работать на премию». Л. И. Мандельштам в разговоре со мной дал другой, тоже правильный совет, который перефразирую здесь так: лет в 60—65, если станет трудно и (или) менее интересно решать задачи, придет время для философии, истории физики и т. п.

Такой путь не только допустим, но и привлекателен. Меня, однако, всерьез и надолго занять философией или историей науки не тянет. Впрочем, те заметки и статьи типа настоящей, которые я пишу, представляют собой нечто родственное, хотя их правильнее, по-видимому, отнести к жанру публицистики. Достойно упоминания и пример физиков-теоретиков, успешно возглавивших большие экспериментальные лаборатории. Правда, это делалось не в 60 лет, а раньше, но всерьез и надолго. Для некоторых физиков-теоретиков еще более привлекательным кажется «промежуточный» вариант — участие в интересной экспериментальной работе. Для меня такой работой могли бы оказаться поиски высокотемпературных сверхпроводников. К сожалению, из такой путь у нас очень трудно вступить в силу ряда причин житейского и организационного характера.

Занятия наукой для тех, кто ее любит и профессионально пригоден к научной деятельности (нужно и то и другое!), — большое счастье. Повезло научным работникам и в том отношении, что они могут заниматься своим делом и в старших возрастах. Чем раньше удастся понять некоторые требования и условия плодотворной научной работы, тем легче будет потом — всю жизнь. В настоящей статье я пытался поделиться кое-каким опытом и соображениями на этот счет, как, впрочем, и рядом других замечаний. Удалась ли моя попытка хотя бы в скромной мере? Хочу на это надеяться.



Продолжение

И снова вихри...

НОВЫЙ МЕТОД
ИНТЕНСИФИКАЦИИ ТЕПЛООБМЕНА
РАСПРОСТРАНЕН НА ПРОЦЕССЫ
КИПЕНИЯ И КОНДЕНСАЦИИ.
ЧТО ЗАДЕРЖИВАЕТ ЕГО ВНЕДРЕНИЕ

В принятых XXVII съездом партии Основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1986—1990 годы и на период до 2000 года предусмотрено на 40—45 % увеличить выпуск продукции машиностроения и металлообработки. Уже в XII пятилетке намечено на 12—18 % снизить металлоемкость машин и оборудования, на 20—22 % сократить расход стальных труб, на 21—23 % — проката цветных металлов. В решении этой задачи важную роль должно сыграть

Наращивать выпуск прогрессивного реакторного, тепло- и массообменного, криогенного, вакуумного, холодильного оборудования на основе новых технологических процессов.

*Основные направления экономического
и социального развития СССР
на 1986—1990 годы и на период до 2000 года*

уменьшение массы и габаритов теплообменников, повышение их эксплуатационной надежности. К значительному снижению металлоемкости теплообменной аппаратуры, экономии энергии в металлургии, химической промышленности, на транспорте приводит использование нового принципа интенсификации теплопередачи, основанного на организации вихрей, искусственной турбулизации потоков у стенок теплообменных труб. «Химия и жизнь» трижды обращалась к этой теме (1982, № 1 и 9; 1983, № 6). Эти публикации привлекли к передовому технологическому методу внимание десятков предприятий и исследовательских институтов, в разных отраслях промышленности началось внедрение теплообменных труб с кольцевыми турбулизаторами.

За время, прошедшее после нашей последней публикации, получены новые результаты, стали еще более очевидными препятствия, которые сдерживают распространение технологии вихрей. Вот почему «Химия и жизнь» продолжает эту важную для экономики страны тему. Предлагаем вниманию читателей статью одного из создателей нового метода интенсификации теплообмена, доктора технических наук Г. А. ДРЕЙЦЕРА.

Трудно найти отрасль промышленности, где бы не работали теплообменные аппараты. На предприятиях химической и нефтеперерабатывающей промышленности теплообменники составляют до 30—40 % массы всего оборудования, в пищевой промышленности — 15—18 %, в холодильных установках их доля достигает 70—80 %. Велика роль теплообмена в энергетике, металлургии, криогенной технике. Из-за роста единичной мощности паросиловых установок конденсаторы выросли настолько, что порой уже не вписываются в железнодорожные габариты, и такие аппараты приходится собирать на месте. Теплообменные аппараты — неременный атрибут транспортных средств: радиаторы автомобилей и тракторов,

теплообменники систем кондиционирования воздуха, подогрева топлива, охлаждения масла, антиобледенительных систем современных самолетов. Наконец, немалым наш быт без домашних холодильников и кондиционеров, без отопления и горячего водоснабжения.

Есть множество конструкций теплообменников, но самые распространенные среди них трубчатые. Теплообменные трубы с помощью трубных досок собраны в пучок; один из теплоносителей течет внутри труб, другой — в межтрубном пространстве. Такие аппараты проще других в изготовлении, могут работать при высоких температурах и давлениях. Но всем им присущи одни и те же серьезные недостатки. Во-первых, теплообменники чрезвычайно металлоемки. А во-вторых, при сравнительно простоте устройства они весьма ненадежны в эксплуатации — главным образом из-за загрязнения поверхности теплообмена солями, грязью и пылью, продуктами коррозии.

О ПОЛЬЗЕ ВИХРЕЙ

Так называлась первая статья в «Химии и жизни» о разработанном в Московском авиационном институте им. Серго Орджоникидзе эффективном и технологически простом методе интенсификации теплообмена в трубчатых теплообменниках. В основу метода положено зарегистрированное в 1981 г. открытие «Закономерность изменения теплоотдачи на стенках каналов с дискретной турбулизацией потока при вынужденной конвекции» (авторы Э. К. Калинин, Г. А. Дрейцер, С. А. Ярхо, Г. И. Воронин и Е. В. Дубровский). Вот в чем его суть.

Чтобы повысить интенсивность конвективного теплообмена между теплоносителем и стенками, нужно отойти от традиционной конструкции с гладкими трубами и искусственно турбулизовать поток, в основном вблизи стенки, где скорость его мала. Сделать это можно по-разному, например закрутить поток с помощью спиральных вставок внутри труб, или сделать трубы ребристыми,

или заставить теплоноситель пульсировать с определенной частотой. Однако на дополнительную турбулизацию потока приходится тратить энергию, и при этом растет не только теплоотдача, но и гидравлическое сопротивление, а значит, и мощность, которая требуется для прокачки теплоносителей по каналам теплообменников. И все же оказалось, что, детально изучив структуру потока, можно для его искусственной турбулизации подобрать устройства такой геометрической формы, при которой рост теплоотдачи станет опережать неминуемое увеличение гидравлических потерь. Обнаружение этой возможности и стало предметом открытия.

Для трубчатых теплообменных аппаратов решение оказывается довольно простым. На наружной поверхности трубы накатывают кольцевые канавки, при этом на внутренней поверхности получаются кольцевые диафрагмы плавной конфигурации (рис. 1). Если они невысоки (5—10 % радиуса трубы) и расположены на определенном расстоянии друг от друга (7—20 высот диафрагмы), то у стенок образуются вихри, которые медленно диффундируют в ядро потока — при этом соотношение между ростом теплоотдачи и гидравлического сопротивления наиболее благоприятно.

У таких труб несомненные преимущества перед гладкими. Они позволяют в 1,7—1,8 раза (а в области перехода от ламинарного режима к турбулентному даже вдвое) увеличить теплоотдачу при таком же росте гидравлического сопротивления. Поскольку накатка практически не изменяет наружного диаметра труб, их можно «упаковывать» в компактные пучки, сохраняя существующую технологию сборки трубчатых теплообменных аппаратов. А сама накатка проста и недорога, ее можно выполнять на стандартном оборудовании. Во Всесоюзном научно-исследовательском институте металлургического машиностроения разработан стан, который ведет накатку труб непрерывно со скоростью до 9 м в минуту.

Такие трубы позволяют в 1,5—2 раза уменьшить поверхность теплообмена в аппаратах, в которых теплоносителями служат однофазные среды — газы или жидкости. Существенно уменьшается металлоемкость теплообменников, они дешевеют на 30—50 %. Уменьшаются



1
Труба с кольцевыми турбулизаторами. У ее стенок поток теплоносителя завихривается, турбулизируется, при этом соотношение между ростом теплоотдачи и гидравлического сопротивления наиболее благоприятно

и эксплуатационные расходы, поскольку теплообменные аппараты меньше загрязняются, их можно реже очищать. Возможности, которые открывают вихри в теплообменных трубах, до конца еще не изучены. Но новым теплообменникам находят все новые и новые применения. Недавно проведенные, например, в Московском авиационном, Ташкентском политехническом и Центральном котлотурбинном институтах исследования показали, что вихри позволяют существенно интенсифицировать теплообмен и в аппаратах, в которых теплоносители двухфазные. Речь идет о кипении и конденсации.

ВИХРИ И КИПЕНИЕ

Теплообмен при кипении — один из самых распространенных процессов в теплоэнергетике, атомной энергетике, химической технологии, домашнем хозяйстве. Поскольку при кипении поглощается теплота парообразования, к кипящей системе нужно подводить тепло — через стенки труб и каналов, через дно кастрюли.

Чтобы кипение началось, необходимы два условия: перегрев жидкости и возникновение центров парообразования. Больше всего теплоноситель перегревается непосредственно у поверхности, к которой подводится тепло, здесь же находятся и центры парообразования — неровности стенки, пылинки, пузырьки воздуха.

У центров парообразования образуются и растут первые пузырьки пара — такой режим кипения называется пузырьковым. В этом режиме интенсивность теплообмена значительно выше, чем при течении однофазных жидкостей благодаря дополнительно переносу массы и тепла паровыми пузырями из пристенного слоя в объем кипящей жидкости. Поэтому сама по себе интенсификация теплообмена при пузырьковом кипении не столь актуальна.

Однако по мере увеличения теплового потока и роста температуры стенки число образующихся паровых пузырей нарастает, и они, не успев отделиться от поверхности, начинают сливаться, образуют у стенки сплошной паровой слой, периодически прорывающийся в жидкость. Это уже пленочный режим кипения. Поскольку тепло от стенки к жидкости передается через паровую пленку, интенсификация теплообмена снижается. При заданном тепловом потоке переход от пузырькового режима к пленочному сопровождается скачкообразным уменьшением теплоотдачи и значительным повышением температуры стенки, что нередко приводит к ее разрушению, обратный переход — увеличением теплоотдачи и снижением температуры. Это происходит при некоторых критических значениях температурного напора (разность температуры стенки и температуры насыщения жидкости) $\Delta T_{кр1}$ и $\Delta T_{кр2}$ (рис. 2), которым соответствует максимальная плотность теплового потока при пузырьковом кипении $q_{кр1}$ и минимальная при пленочном $q_{кр2}$.

Задача интенсификации теплообмена при кипении сводится, таким образом, к увеличению коэффициента теплоотдачи при пленочном кипении (когда интенсивность теплообмена мала), а также к расширению области пузырькового кипения. А для этого необходимо поднять $q_{кр1}$ и $q_{кр2}$ а также соответствующие им критические температурные напоры. Иными словами, кривую кипения необ-

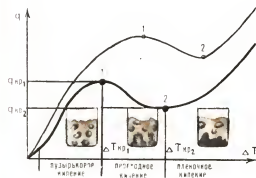
ходимо сдвинуть в область более высоких температур и тепловых потоков.

При пузырьковом кипении жидкости кольцевые диафрагмы на трубах помогают удалять образующиеся паровые пузыри от стенки в ядро потока, препятствуя образованию паровой пленки на твердой поверхности и тем самым существенно увеличивая критические тепловые потоки. Но особенно эффективными оказались диафрагмы при пленочном кипении.

Если жидкость попадает в горячую трубу при температурном напоре выше $\Delta T_{кр2}$, то на стенке образуется паровой слой, а жидкость (насыщенная или недогретая) движется струями в центр (рис. 3), при этом жидкость отделена от стенки паром. Такой режим течения называется стержневым. По мере продвижения в трубе струя распадается на не связанные друг с другом порции — снаряды. Отсюда и название режима — снарядный. При дроблении снарядов на капли начинается новый режим — дисперсный.

Так вот, в стержневом режиме кольцевые турбулизаторы (высотой около 5 % внутреннего радиуса труб) увеличивают теплоотдачу более чем в 5 раз при существенно меньшем росте гидравлического сопротивления. Это происходит благодаря дополнительному завихрению жидкого ядра потока и паровой пленки. А в снарядном и дисперсном режимах периодически расположенные диафрагмы одновременно турбулизируют паровую фазу, ускоряют

2 Кривая кипения — зависимость плотности теплового потока q на стенке от температурного напора ΔT (разности температуры поверхности и температуры насыщения жидкости). Задача интенсификации кипения сводится к увеличению критических плотностей теплового потока и критических температурных напоров. 1 — критическая точка пузырькового кипения, 2 — критическая точка пленочного кипения



3 Режимы пленочного кипения в вертикальной трубе: стержневой, снарядный, дисперсный



испарение снарядов и капель и способствуют капельному орошению стенок. В результате перегретый пар в пристенных слоях перемешивается с более холодным и температурная неравновесность потока уменьшается. Теплоотдача при этом возрастает в 3—10 раз.

Вихри при кипении уже нашли применение на практике. Турбулизаторы оказались весьма эффективными в холодильной технике — в газификаторах-испарителях криогенных жидкостей. Трубы с кольцевыми диафрагмами значительно быстрее гладких заполняются хладагентами. В результате время охлаждения магистралей уменьшается втрое. Сокращается и расход криогенной жидкости, затрачиваемой на охлаждение.

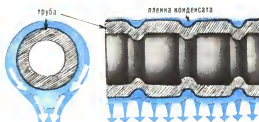
Во многих теплообменных аппаратах образующиеся на стенках труб паровые пузыри конденсируются, попадая в жидкость в ядре потока. Такое кипение называется поверхностным. Применение кольцевых турбулизаторов облегчает отрыв пузырей и их унос в ядро потока, поэтому теплоотдача внутри труб возрастает на 30—40 % по сравнению с гладкой трубой. Если учесть лепту, которую вносят канавки на наружной поверхности трубы (они увеличивают теплоотдачу еще на 25—37 %), то объем выпарных теплообменников можно уменьшить на 30—40 %. В результате — серьезный выигрыш в металлоемкости.

ВИХРИ И КОНДЕНСАЦИЯ

В конденсаторах паровых турбин и опреснительных установках, в теплообменных аппаратах химической и пищевой промышленности, в облаках и на оконных стеклах пар превращается в жидкость. Это один из самых распространенных природных и технических процессов — конденсация...

В трубчатых теплообменниках конденсация происходит обычно в межтрубном пространстве, а охлаждающая вода течет внутри труб. Если конденсирующаяся жидкость смачивает поверхность, конденсация пленочная. Чем тоньше стекающая вниз пленка конденсата, чем раньше она сорвется с поверхности трубы, тем ниже будет термическое сопротивление, выше интенсивность теплообмена между паром и стенкой.

Нетрудно прийти к выводу, что для интенсификации процесса необходима



Пленка конденсата на горизонтальной трубе с кольцевыми канавками. Жидкость стекает в канавки, поэтому на выступах пленка становится тоньше, в результате улучшаются условия теплообмена.

такая поверхность, на которой происходит эффективный срыв конденсатной пленки. На трубе с кольцевыми диафрагмами конденсирующаяся жидкость стекает в канавки, и жидкая пленка на выступающих частях, естественно, становится тоньше (рис. 4). Таким образом, искусственное перераспределение образующегося конденсата по поверхности приводит к резкому увеличению теплообмена на выступах трубы, которые составляют большую ее часть. В итоге теплоотдача в среднем возрастает в 2—3,4 раза.

Первые промышленные испытания были проведены на подогревателе сетевой воды, в котором конденсация происходила на наружной поверхности 214 горизонтальных труб. Замена гладких труб на накатанные позволила увеличить тепловую мощность аппарата более чем вдвое. Аппарат проработал четыре отопительных сезона без очистки поверхностей труб.

В Центральном конструкторском бюро нефтеаппаратуры Минхимнефтемаша СССР разработан опытно-промышленный теплообменник с кольцевыми турбулизаторами, который испытан в одной из установок комплексной подготовки газа на Уренгойском газоконденсатном месторождении. В этом аппарате газ, из которого должен быть выделен газовый конденсат, течет внутри труб, которые снаружи омываются холодным газом. Турбулизаторы газовых потоков резко ускорили срыв и унос конденсатной пленки, ее термическое сопротивление уменьшилось более чем в 5 раз. У испытанного аппарата с накатанными трубами поверхность была в 1,5 раза меньше, чем у аналогичного гладкотрубного теплообменника, а мощность тем не менее в 1,5 раза выше.

Выходит, один аппарат с накатанными трубами заменяет два гладкотрубных. И речь, между прочим, идет не о какой-нибудь малости, а о семидесятипятитонной конструкции. Сколько таких аппаратов можно исключить из сотен и тысяч технологических линий...

О ВНЕДРЕНИИ ВИХРЕЙ

Трубы с кольцевыми турбулизаторами уже используются на нескольких предприятиях. К началу 1985 г. экономический эффект превысил 4,5 млн. рублей.

Публикации «Химии и жизни» привлекли к работам по интенсификации теплообмена внимание десятков заводов и институтов. Во многих письмах, которые пришли в Московский авиационный институт, подтверждалась высокая эффективность и простота изготовления аппаратов с турбулизаторами, указывалось на необходимость их быстрой внедрения.

Но вот что примечательно. К нам в основном обращаются те, кто использует теплообменники. А заводы-изготовители теплообменных аппаратов, к сожалению, не очень заинтересовались новинкой. Нет сомнений, в этом повинен пресловутый «вал». Выпускать аппараты с высокими эксплуатационными характеристиками, но с пониженной металлоемкостью просто невыгодно. Если бы у машиностроительных заводов была экономическая заинтересованность, от вихрей можно было бы получить значительно больший экономический эффект — исчисляемый десятками миллионов рублей.

Вот лишь один весьма характерный пример. В 1976 г. межведомственная комиссия, созданная при Управлении производственных предприятий Мосгорисполкома, рекомендовала начать на заводе сантехоборудования Главмосмонтажспецстроя выпуск водоподогревателя с накатанными трубами для систем теплоснабжения. По данным киевского НИИ санитарной техники и оборудования зданий и сооружений Минстройматериалов СССР, перевод завода на изготовление таких аппаратов должен дать только на одном этом предприятии годовой экономический эффект в 1,4 млн. рублей, а всего по отрасли — свыше 3 млн. рублей. Однако вопрос с внедрением до сих пор не решен. Государственный, межведом-

ственный подход натолкнулся на ведомственное сопротивление.

Широкому распространению вихрей препятствует и отсутствие нормативных материалов по расчету трубчатых теплообменных аппаратов с кольцевыми турбулизаторами. У нас есть все данные, которые позволяют такие нормативы подготовить, но на их согласование с заинтересованными министерствами требуются годы. Все те же ведомственные барьеры! При внедрении на заводе «Узбекхиммаш» труб с кольцевыми турбулизаторами понадобилось согласовать составленную нами совместно с заводом простую методику расчета теплообменников с ВНИИнефтемашем — головным институтом Минхимнефтемаша СССР. Институт болезненно воспринял чужую разработку, и на согласование ушло около трех лет. Сколько металла, сколько энергии можно было бы сэкономить за это время...

Что можно прочитать о новых теплообменниках

Калинин Э. К., Дрейцер Г. А., Ярхо С. А. Интенсификация теплообмена в каналах. М.: Машиностроение, 1981.

Калинин Э. К., Дрейцер Г. А., Парамонов Н. В. Интенсификация теплообмена в трубчатых теплообменных аппаратах с однофазными и двухфазными теплоносителями. — В сб.: Тепломассообмен-УП, Материалы VII Всесоюзной конференции по тепломассообмену (Минск, май 1984 г.). Минск: ИТМО АН БССР, 1984, т. VII, ч. I, с. 67—73.

*В оформлении статьи
использован фрагмент
картины М. К. Чюрлениса «Гром»*



О пользе пустоты

В пенопластах и других газонаполненных полимерах газовые пузырьки нужны для того, чтобы уменьшить плотность или повысить эластичность исходного вещества. В двухкомпонентных материалах, внешний слой которых образован сплошным пластиком, а внутренний — вспененным, функция пустотная: они предохраняют полимер от усадки при переходе из жидкого состояния в твердое. В результате изделия из таких материалов имеют идеально гладкую поверхность, а размеры деталей точно соответствуют заданным. Кроме того, гарантируется отсутствие раковин и других дефектов.

Установку для получения двухкомпонентных материалов демонстрировала на выставке «Пласт-Италия-86» в Ленинграде фирма «PRESMA». Сердце машины — ротационный пресс оснащен двумя соплами, расположенными так, что вспененный

пластик всегда оказывается внутри детали, а сплошной оболочку. Плотное прилегание расплавленного полимера к поверхности пресс-формы достигается благодаря ее вращению, а твердеющего — благодаря небольшому избыточному давлению в газовых пузырьках вспененного компонента. В качестве сырья для внутреннего и внешнего слоев можно использовать один и тот же термопласт, а можно — разные. Важно лишь, чтобы адгезионное сцепление слоев было надежным.

Газовые пузырьки занимают около 10 % объема двухкомпонентных пластиков. При движении по трубке от экструдера до сопла вспененный полимер приобретает особую волокнистую структуру, из-за которой двухслойные детали, будучи легче сплошных, не уступают им по прочности.

Фотонный дефектоскоп

Для поиска дефектов в деталях машин используют ультразвук и радиографию, рентгеновские и гамма-лучи и даже специальные полимерные мастики. Недавно полку дефектоскопов прибыло: появился прибор, использующий явление фотоэффекта.

Главная составная часть нового устройства — генератор электрических колебаний, частота которых около 100 кГц, а напряжение можно менять в зависимости от материала исследуемой детали от 4 до 20 кВ. Одну из клемм генератора подключают к самой детали, а другую — к плоской металлической пластине, расположенной над ней. Площадь пластины выбирают такой, чтобы полностью накрыть весь образец или ту его часть, где могут находиться дефекты. Между деталью и пластиной кассета с обыкновенной плоской

фотопленкой. Под действием высокочастотного напряжения, вырабатываемого генератором, в воздушном зазоре между деталью и пластиной возникает поток фотонов. Пустоты и неоднородности вызывают локальные изменения плотности этого потока, что и фиксируется на фотопленке в виде темных или светлых пятен. Остается только проявить ее — и дефектограмма готова. При массовом тестировании для анализа полученных данных можно использовать компьютер.

Основное достоинство нового прибора — его простота и соответственно невысокая стоимость.

«Chemical Engineering», 1986, т. 93, № 1, с. 9

Противопожарный полимер

Французским химикам удалось создать противопожарный полимер. Он представляет собой мастику, объем которой при нагревании выше 120 °С увеличивается более чем в десять раз. Получившаяся рыхлая масса действует подобно пене огнетушителя: обволакивая загоревшееся место, она препятствует распространению газообразных продуктов горения и, главное, ограничивает или вовсе прекращает доступ кислорода, без которого, как известно, подавляющее большинство конструкционных материалов гореть не способно.

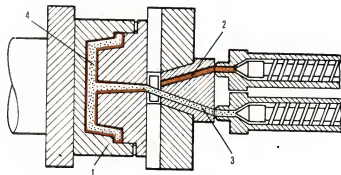
Новый полимер предполагают использовать при постройке самолетов, морских и речных судов.

«Science et Vie», 1986, № 822, с. 115

Антистатик для кассет

При вращении рудончика магнитной ленты в кассете электризуется и сама лента, и пластмассовый корпус кассеты. Благодаря высокой электропроводности рабочего слоя современных магнитных лент вред от статического электричества для них минимален. Но статический заряд на корпусе кассеты может достигать 20 000 В и мешать плавному движению ленты; незлектризованная кассета интенсивно притягивает пыль, которая, попадая на ленту, ухудшает качество звука или изображения. Между лентой и корпусом проскакивают искры, создающие дополнительные по-

- 1 — пресс-форма.
- 2 — сплошной пластик.
- 3 — вспененный пластик.
- 4 — двухкомпонентное изделие



межи или вовсе стирающие фрагменты записи.

До сих пор с электризацией кассет пытались бороться, добавляя в пластмассу различные антистатик, однако без особого эффекта. Сотрудники одной из американских фирм предложили покрывать корпуса кассет тонким слоем проводящего материала. В результате подобной обработки напряжение статического электричества снижается более чем в 200 раз.

«New Scientist», 1986, т. 110, № 1505, с. 35

Серебряная смазка

Серебро — отличный материал для твердой смазки, которая, выдерживая высокую температуру, повышает износостойкость клапанов и подшипников двигателей. Добавление серебряного порошка в смесь углерода и оксида кадмия, применяемую в качестве смазочного материала высокотемпературных газовых турбин, значительно увеличивает их ресурс. Такая смесь хорошо рассеивает тепло, а с добавками политетрафторэтилена существенно снижает коэффициент трения. Используемая как смазка серебряная пленка обладает высокими антифрикционными свойствами, а прочность ее сцепления с основным металлом превышает силы взаимного сцепления слоев серебра внутри самой пленки. Наиболее долговечны смазочные серебряные пленки толщиной 100—200 нм, которые наносят гальванически.

«Mechanical Engineering», 1985, т. 228, № 24, с. 78

Полимер проводит ток

Подавляющее большинство органических веществ — диэлектрики. Их электроны прочно связаны с молекулами, поэтому ток они не проводят. В последние годы, однако, получено немало полимеров с высокой электропроводностью (см. «Химия и жизнь», 1984, № 1, с. 24).

Широкому их применению до сих пор препятствовали технологические трудности: из «органических металлов» сложно (а иногда и просто невозможно) изготавливать проводящие пленки или волокна. Недавно был найден способ получения гибких токопроводящих пленок из полипиррола, которые смо-

гут конкурировать с обычными металлическими проводниками.

Суть этого способа чрезвычайно проста: при комнатной температуре 10 %-ный раствор пиррола в бензоле или толуоле вводят в соприкосновение с 30 %-ным водным раствором FeCl_3 ; на границе раздела фаз пиррол окисляется и образует тощую, гибкую и прозрачную пленку токопроводящего полипиррола. Такая же пленка получается и в том случае, если с поверхностью водного раствора FeCl_3 соприкасаются пары пиррола. Так же можно получать композиционные материалы, состоящие из органических проводников и изоляторов.

«Journal of the Chemical Society, Chemical Communications», 1986, с. 148

Помидоры в рыхлой таре

Для того чтобы нежные свежие плоды, например помидоры или персики, выдержали дальнюю дорогу, каждый из них желательно завернуть в бумагу или иной гигроскопичный пористый материал, а затем уже укладывать в ящики. Получается как бы упаковка в паковке: защитные функции разделены между жесткими стенками ящика и мягкой индивидуальной оболочкой плода. Однако снабдить подобной упаковкой все собранные овощи и фрукты непростое, а грузить их в ящики навалом — значит существенно увеличить потери. Как быть?

Специалисты английской фирмы «Кейсес» предлагают хранить и перевозить фрукты и другие скоропортящиеся продукты в контейнерах из рыхлой бумажной массы, которая хорошо пропускает газы, обеспечивая надежную вентиляцию внутри контейнера. Кроме того, впитывая влагу, бумажная масса задерживает созревание и предотвращает порчу плодов. При необходимости стенкам контейнера можно придать асептические свойства, пропитав их бактерицидным составом. Упаковка плодов в такие контейнеры требует значительно меньших затрат ручного труда и легко может быть автоматизирована.

Бумажные контейнеры рекомендуются использовать в автомобилях-рефрижераторах и хранилищах, где температура не превышает $+5^\circ\text{C}$ и колебания ее минимальны.

«The Financial Times», 1986, № 29865, с. 9

О чем можно прочитать в журналах

О химическом консервировании кормов («Химия в сельском хозяйстве», 1986, № 6, с. 13—17).

О технологии приготовления растворов минеральных удобрений и средств защиты растений («Химия в сельском хозяйстве», 1986, № 6, с. 60, 61).

Об использовании химических активных полимеров для очистки питьевой воды («Гигиена и санитария», 1986, № 5, с. 64, 65).

О получении оптически активных аминокислот биокаталитическими методами («Антибиотики и медицинская биотехнология», 1986, № 5, с. 385—397).

О промышленных способах синтеза аскорбиновой кислоты («Химико-фармацевтический журнал», 1986, № 5, с. 589—600).

О применении жидкостной хроматографии для исследования метаболизма катехоламинов («Лабораторное дело», 1986, № 6, с. 323—330).

Об определении содержания кислот в жели методом газожидкостной хроматографии («Лабораторное дело», 1986, № 6, с. 343—345).

О применении мембран для обработки жидких пищевых продуктов. («Пищевая и перерабатывающая промышленность», 1986, № 5, с. 58).

О перспективах СВЧ-теплотехнологии в пищевой промышленности («Известия вузов. Пищевая технология», 1986, № 2, с. 13—17).

О дорожных покрытиях из влажных органо-минеральных смесей («Автомобильные дороги», 1986, № 5, с. 18).

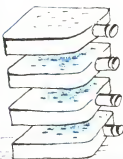
О получении рентгеноконтрастной ферромагнитной жидкости («Фармация», 1986, № 3, с. 31—34).

О способах культивирования приморского гребешка («Рыбное хозяйство», 1986, № 5, с. 23—25).

Об облегченных стеклянных бутылках («Молочная промышленность», 1986, № 5, с. 38, 39).



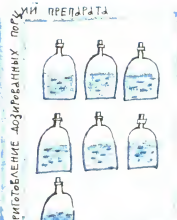
КУЛЬТИВИРОВАНИЕ КЛЕТОК (18.20ч.)



ГЕЛЬ-ФИЛЬТРАЦИЯ НА КОЛОЧКЕ



КОНЦЕНТРИРОВАНИЕ МИЕЛОПЕПТИДОВ



Проблемы и методы
современной науки

Миелопептиды: от идеи до лекарства

Академик
Р. В. ПЕТРОВ

Слово «миелопептиды» мы придумали и пустили в жизнь вместе с Августой Алексеевной Михайловой. Теперь оно живет на страницах научных журналов, в докладах и диспутах на конференциях и съездах, приобретая с каждым годом все более важный, насыщенный смысл — и для фундаментальной науки, и для практики, в том числе для излечения некоторых заболеваний.

По такой схеме (она подробно объяснена в статье) сейчас получают миелопептиды

Миелопептиды стали не просто термином, но реально исследуемыми субстанциями, мы нарабатываем их в необходимых количествах, используя биотехнологические методы. В пятнадцати медицинских учреждениях страны идут клинические испытания принципиально нового лечебного препарата, созданного на их основе. Поэтому теперь настала пора рассказать читателям «Химии и жизни», что это за пептиды, позаботившись, естественно, о том, чтобы рассказ был понятен и любопытен не только биологам, медикам или химикам. А для этого лучше всего вести повествование в том порядке, который выстроила сама жизнь, вернее, развертывающееся во времени научное исследование, с его вопросами и ответами, которые порождают еще больше вопросов. В результате такой разветвленной реакции единственное, первичное наблюдение, сделанное с А. А. Михайловой в 1969 году, превратилось в особое научное направление, а сами наблюдатели обрели столько сотрудников, что проблемой миелопептидов только в Институте иммунологии МЗ СССР занимаются сейчас две лаборатории...

1. ЧТО МЫ ТОГДА УВИДЕЛИ

Что же мы увидели в 1969 году? Мы поместили в пробирку с питательной средой селезеночные клетки от двух разных линий мышей. Животные были перед этим иммунизированы эритроцитами барана — для того, чтобы в их селезенках накопились специальные клетки, которые вырабатывают антитела против бараньих эритроцитов. Эти клетки — антителопродуценты легко выявлять и подсчитывать. Поскольку мыши принадлежали к разным породам, то по законам тканевой несовместимости в смеси селезеночных клеток должна была произойти взаимная агрессия, а значит, число антителопродуцентов уменьшится. Однако их оказалось процентов на 20—30 больше, чем ожидалось...

Тогда мы предположили, что существует особый вид взаимодействия, который не зависит от несовместимости, и что он определяется какими-то клетками, содержание которых в разных селезенках различно. Если в одной селезенке их мало, а в другой с избытком, то при смешивании происходит некая

оптимизация клеточных взаимодействий.

Опубликовав удивительный факт в «Докладах Академии наук СССР», мы стали готовить другие клеточные смеси — такие, чтобы они максимально различались по числу зрелых антителопродуцентов. После иммунизации животных в лимфатических узлах этих клеток больше всего, а в костном мозге их нет вовсе. Смешали те и другие, выдержали, как обычно, 18 часов в питательной среде и подсчитали. Антителопродуцентов стало больше уже не на 20, а на 200 процентов! Естественный вопрос — откуда они взялись? — приобрел теперь конкретность: либо из клеток лимфатических узлов, либо из костномозговых клеток.

К тому времени в иммунологии уже были известны яркие эффекты клеточных взаимодействий. Так, Лия Сергеевна Сеславина обнаружила взаимодействие лимфоцитов с кроветворными стволовыми клетками. Грэхем Митчел и Джек Миллер описали взаимодействие лимфоцитов тимуса (так называемых Т-лимфоцитов) с костномозговыми В-лимфоцитами. Такое взаимодействие запускает иммунный ответ, причем Т-лимфоциты включают в работу В-лимфоциты, а они в свою очередь вводят серии делений превращающихся в антителопродуценты. Так может быть, и в нашем случае костномозговые лимфоциты подключаются к работе и приводят к резкому возрастанию числа клеток, вырабатывающих антитела?

Вопрос, чьи это клетки, стал принципиальным. Если костномозговые — значит мы, собственно, ничего нового не обнаружили. Если же они происходят из лимфоузлов, то это действительно не известное ранее взаимодействие на уровне зрелых антителопродуцентов.

2. ЧЬИ КЛЕТКИ?

Чтобы ответить на этот вопрос, мы сконструировали двухкамерный сосуд с перегородкой — мембраной, которая была проницаемой для всех растворенных компонентов, включая белки, но не для клеток. С одной стороны мембраны поместили клетки лимфатических узлов, содержащие антителопродуценты, с другой — костномозговые клетки без антителопродуцентов. Разумеется, были и контрольные сосуды в самых разных вариантах: с одинаковыми клеточными

взвесьями в обеих камерах, с лимфоидными и нелимфоидными клетками и т. д. Эффект трехкратного возрастания числа антителопродуцентов регистрировался только в первом сосуде. Причем только в камере с клетками лимфатических узлов.

Итак, стало ясно, что именно костномозговые клетки вырабатывают некие субстанции, которые выделяются в окружающую среду, проходят через мембрану и увеличивают число антителопродуцентов среди клеток, изъятых из лимфатических узлов ранее иммунизированных животных. А срок иммунизации мы подбирали так, чтобы лимфатические узлы находились на пике иммунного ответа, то есть в момент, когда зрелых антителопродуцентов максимум. В естественных условиях их больше быть не может. Но тем не менее под влиянием некоего гуморального фактора, какого-то медиатора, вырабатываемого костным мозгом, их число можно утроить!

В следующих опытах было обнаружено, что это происходит, как ни странно, без деления клеток. Пришлось допустить, что и на пике иммунного ответа далеко не все клетки, готовые к синтезу антител, эти антитела действительно нарабатывают. Вот эту «молчащую популяцию» наш костномозговой медиатор, видимо, и включает. За неимением лучшего мы назвали его стимулятором антителопродуцентов (С.А.П.), а результаты опытов опубликовали уже не только в советском журнале, но и за рубежом, в журнале «Cellular Immunology». Это было важно, поскольку в иммунологии начиналась новая эра — охоты за медиаторами иммунной системы, всевозможными лимфокинами, интерлейкинами, гормонами тимуса и проч., которые нарабатываются различными клетками. В этой охоте мы добыли наш собственный трофей — медиатор (а может быть, медиаторы), вырабатываемый костномозговыми клетками.

Несколько лет, пока мы не докопались до его пептидной природы и не назвали миелопептидом, наш медиатор фигурировал в научной литературе под именем С.А.П. Так было принято. Например, лимфокин, вырабатываемый Т-лимфоцитами и подавляющий миграцию макрофагов, до сих пор называется М.И.Ф. (M.I.F.), что расшифровывается как «подавляющий миграцию фактор». Есть и другие примеры;

химия всех этих факторов только начинает раскрываться.

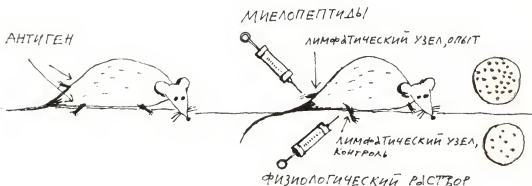
3. БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЛИНИЯ

Коль скоро существует нечто, способное в несколько раз стимулировать иммунитет, это нечто следует выделить и нарабатывать в достаточных количествах. Достаточных для того, чтобы ответить на очередные вопросы: во-первых, вырабатывают ли С.А.П. костномозговые клетки других животных и, во-вторых, срабатывает ли С.А.П. одного вида животных при контакте с антителопродуцентами другого вида.

Эти два вопроса существенны. Если медиатор синтезируется только мышинными клетками или активен только в пределах одного вида животных, то трудно надеяться на его практическое использование в медицине. Но если он свойствен всем видам животных (а также человеку), если медиатор, вырабатываемый клетками одного вида, активен и для других, появляется возможность нарабатывать его биотехнологически, культивируя клетки костного мозга тех или иных животных, а затем использовать для лечения людей.

Первую, совсем миниатюрную технологическую линию мы собрали на лабораторном столе. Костный мозг мышшей культивировали 18 часов в питательной среде при 37 °С, затем центрифугировали и пропускали отделившуюся жидкость через хроматографическую колонку с сефадексом — веществом, на котором удобно разделять природные полимеры. Так мы получили полтора десятка фракций и каждую из них проверяли на физиологическую активность. Говоря точнее, на способность увеличивать число антителопродуцентов во взвеси клеток из лимфатических узлов иммунных мышшей.

Вот что мы поняли. Прежде всего, С.А.П. можно отделить от других компонентов культуральной жидкости, причем в зоне, характерной для веществ с молекулярной массой от 1 до 13 тысяч. Далее — и это особенно важно — С.А.П. вырабатывается костномозговыми клетками всех исследованных животных (мышей, крыс, кроликов, коров, свиней, кур), а также человека, причем для проявления его активности видовые различия несущественны. Наконец, быстрее и лучше всего получать стимулятор из костномозговых клеток свиных ребер.



Оценка активности миелопептидов на мышах. Животным вводят антиген — эритроциты, барана, через 4 дня после иммунизации делают инъекцию миелопептидов (в контроле — физиологический раствор). Число антителообразующих клеток гораздо больше в первом случае

После уточнений, потребовавших много времени и сил, мы отработали полупроизводственный способ выделения веществ, стимулирующих иммунитет, именно из костного мозга свиней. Этот процесс состоит из нескольких стадий. Реберные кости поступают с мяскокомбината в стерильный бокс и разделяются на фрагменты, из которых с помощью специально сконструированного гидравлического пресса выделяются клетки костного мозга. Их культивируют 18 часов в питательной среде. За это время клетки продуцируют миелопептиды и выделяют их во внешнюю среду. Жидкость над осадком, содержащая миелопептиды, концентрируется и пропускается через хроматографическую колонку, причем собираются фракции с молекулярной массой около 2000. Они концентрируются и обессоливаются, а затем препарат стерильно разливается во флаконы. Когда процесс окончен, проверяют стерильность полученного продукта. Вот, в общих чертах, и все.

Производительность «клеточного стада» такова: 100 миллионов клеток нарабатывают около 10 мг миелопептидов.

4. ДЕЙСТВУЮТ ЛИ МИЕЛОПЕПТИДЫ В ОРГАНИЗМЕ?

До сих пор я говорил о том, что миелопептиды, или С. А. П., стимулируют «молчащие» клетки лимфатических узлов, взятых у иммунных животных. Причем стимулируют вне организма, *in vitro*. А если их ввести внутрь организма, скажем, таким же иммунизиро-

ванный животным? Причем вновь ввести на пике иммунного ответа, когда внутренние ресурсы организма уже сработали и число клеток-продуцентов антител достигло максимума?

Конечно, такие опыты были поставлены задолго до того, как мы закончили доводку только что описанной технологии. Более того, технологию и стали доводить до производственного уровня как раз потому, что введенный в организм С.А.П. показал на редкость высокую активность. Достаточно ввести мышам 0,1 мг препарата, чтобы втроекратно увеличить накопление антителопродуцентов и соответственно защитных белков-антител.

Итак, когда иммунный ответ, казалось бы, уже ничем нельзя подхлестнуть, его можно все-таки увеличить втроекратно. Это у здоровых животных. А если взять таких, у которых по тем или иным причинам иммунитет ослаблен, неполноценен — врожденно или из-за каких-либо неблагоприятных обстоятельств? Сможет ли наш препарат скорректировать иммунитет?

Для ответа на этот вопрос провели две серии исследований. В первой взяли особую линию мышей с неполноценной иммунной системой: у всех этих животных развивается аутоиммунная болезнь, аналогичная красной волчанке человека. А иммунный ответ на многие антигены, в том числе и на эритроциты барана, резко подавлен. Так вот, введение миелопептидов практически полностью нормализовало иммунный ответ: он возрос в 7 раз (*in vitro* — более чем в 10 раз). У мышей этой породы жизнь короткая, всего 6—7 месяцев, и они постоянно болеют. А троекратные инъекции миелопептидов, исправляя иммунный ответ, в 1,5 раза продлевают жизнь животных.

Во второй серии исследований брали нормальных животных и создавали у них иммунодефицитное состояние с помощью кислородного голодания. Для этого мышей в течение 3—5 суток содержали в барокамере, имитирующей подъем на высоту 7000 м. После этого иммунный ответ на эритроциты барана снижается почти вдвое (любопытно, что у этих животных резко уменьшается также выработка интересующих нас миелопептидов костномозговыми клетками). Инъекция препарата полностью нормализовала иммунный ответ.

5. СКОЛЬКО ТАКИХ МИЕЛОПЕПТИДОВ?

Сначала надо было узнать, пептиды ли это. А вдруг у них нуклеотидная природа? Или белковая? Или комплексная...

Мы занялись сначала обработкой нашего препарата серией ферментов: трипсином, папаином, проназой, РНКазой. Трипсин — высокоспецифичный фермент, он разрывает полипептидную цепь по карбоксильным группам аргинина и лизина. Папаин менее специфичен, он катализирует гидролиз не только пептидов, но и амидов, эфиров

и тиоэфиров (а максимальную специфичность папаин проявляет по отношению к пептидам, содержащим цистеин). У проназы, или бактериальной протеазы, вообще нет какой бы то ни было специфичности, она гидролизует до 80 % всех пептидных связей. Наконец, РНКазы в большинстве препаратов нацелены на полинуклеотиды и атакуют связи фосфор — кислород, не различая оснований, входящих в их состав.

Вскоре мы обнаружили, что РНК-аза не оказывала никакого эффекта на биологическую активность нашего препарата. А вот эффект протеолиза проявился очевидным образом, в соответствии со специфичностью энзимов. Трипсин не повлиял на стимулирующий эффект, папаин чуть снизил его, проназа практически отменила. Отсюда следовало, что в состав молекул, которые отвечают за стимуляцию, входят полипептиды, причем, вероятно, небольшой молекулярной массы.

Вряд ли есть смысл подробно останавливаться на дальнейших анализах. Пики, сгруппированные во фракции, с биологической активностью и без нее, электрофоретическое разделение перспективных фракций, детектирование активных зон — этот долгий и технически сложный процесс привел нас к выводу о том, что действующие вещества стимулятора — это пептиды основного характера, с молекулярной массой от 500 до 2000.

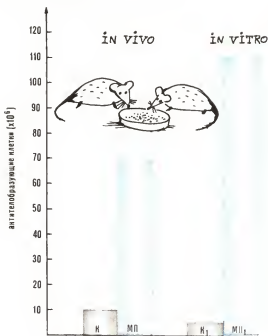
Мы их разделяли и далее, на сей раз используя высокоэффективную жидкостную хроматографию. Изучая пики и соответствующие им субфракции, проверяя стимуляцию иммунитета, мы пришли к тому, что антителостимулирующая активность связана, по-видимому, с девятью гидрофобными пептидами основного характера. Причем они содержатся в меньших количествах, нежели балластные вещества.

Впереди у нас самый важный этап: надо определить аминокислотный состав и последовательность аминокислот в активных пептидах. После этого станет возможным их химический синтез.

6. ОБЕЗБОЛИВАЮЩЕЕ ДЕЙСТВИЕ МИЕЛОПЕПТИДОВ

Миелопептиды — дело новое. А вот нейрорепептиды хорошо известны добрых полтора десятка лет. Некоторые из них детально изучены, расшифрована их

Коррекция иммунного ответа у мышей с неполноценной иммунной системой. К — контрольные мыши; МП — мыши, которым вводили 100 мкг миелопептидов; К₁ — контрольные культуры лимфоидных клеток; МП₁ — культуры тех же клеток с добавкой 50 мкг/мл миелопептидов



структура, найдены антагонисты. Среди таких нейропептидов — эндорфины, эндогенные морфины, обладающие обезболивающим действием (их еще называют эндогенными опиатами). Оба названия подчеркивают то обстоятельство, что пептиды эти вырабатываются в организме, то есть эндогенно, а действуют как растительные опиаты, самый сильный из которых (по обезболивающему эффекту) — это морфин.

Из эндогенных опиатов более всего изучен, пожалуй, энкефалин и его антагонист — налуксон. Огромный интерес к подобным веществам связан не только с научным любопытством, — хотя и оно имеет место, — но и с медицинскими перспективами. Мало того, что эти вещества естественны, иначе говоря, своеобразны для человека; к ним не развивается привыкания, как к морфину, а обезболивают они практически так же.

Межинститутскую группу по исследованию эндорфиноподобного действия миелопептидов возглавила Людмила Алексеевна Захарова. В опытах на животных была воспроизведена «чистая боль» (электрическое раздражение пульпы зуба) и неболевое, тактильное раздражение кожи. Чтобы результаты были объективными, регистрировали биоэлектрические потенциалы двух областей коры головного мозга.

Оказалось, что инъекция миелопептидов в количестве всего 1 мг/кг совершенно снимает болевые ощущения, не нарушая при этом тактильные. Эффект наблюдается в течение полутора часов: препарат все это время обезболивает, не отключая нервную систему от внешних нормальных раздражителей.

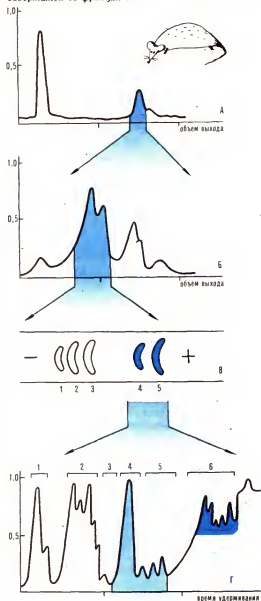
В другой серии экспериментов была показана действенность миелопептидов при так называемой патологической боли у крыс. В этом случае доза была увеличена до 40—50 мг/кг — и она полностью заглушала боль, причем на гораздо большее время, свыше 3,5 часов.

И вот что существенно: в обоих случаях обезболивающее действие миелопептидов отменяется налуксоном, антагонистом энкефалина. А это означает, что они действуют по тому же механизму, что и эндогенные опиаты, уже неплохо изученные.

Совместно со Всесоюзным научным центром психического здоровья АМН СССР мы исследовали опиатные рецепторы головного мозга крыс и кон-

курентцию за эти рецепторы между миелопептидами, энкефалином и морфином. А эта конкуренция действительно существует. Радиоиммунологическим методом обнаружено, что среди миелопептидов есть вещества, родственные эн-

Четыре этапа исследования миелопептидов из культуры клеток костного мозга. А — фракционирование жидкости на колонке с сефадексом (заштрихована зона выхода С.А.П.); Б — фракционирование С.А.П. на колонке с сефадексом (заштрихована активная фракция); В — электрофоретическое разделение активной фракции (цветом выделены активные зоны). Г — высокоэффективная жидкостная хроматография миелопептидов активных зон (заштрихованы активные фракции 4—6, включающие девять пептидов). Наиболее активные из них содержатся во фракции 6



дорфинам, причем родственные близко. Идентичны они или нет — этот вопрос сейчас исследуется.

Трудно сказать, что важнее: то, что среди миелопептидов окажется неизвестные ранее эндорфины, или то, что костномозговые клетки умеют вырабатывать пептиды, тождественные эндорфинам. В первом случае это интересно уже потому, что все новое в науке интересно. А во втором будут и практические последствия. Если костный мозг может производить соединения типа нейропептидов, то это значит, что мы обнаружили способ наработки чрезвычайно дорогих веществ весьма дешевым способом — в биотехнологической системе краткосрочного культивирования клеток.

Я уверен, что в скором времени будет получен ответ и на этот вопрос. Главное же сейчас заключается в том, что обезболивающий эффект миелопептидов показан и в исследовании на людях. Первыми испытуемыми-доброволь-

цами были сами авторы исследования. Произошло это в прошлом году, после того, как Фармакологический комитет СССР разрешил клинические испытания препарата миелопептидов, а первая публикация появилась в журнале «Патологическая физиология и экспериментальная терапия» (1986, № 1).

Номенклатурная комиссия Фармакомитета присвоила название исследуемому препарату: миелопид.

Надеюсь, что рассказ о миелопептидах еще далек от завершения. Исследования продолжаются, клинические испытания идут успешно. Авторы работы полагают, что им удастся выявить новые свойства миелопептидов и разработать соответственно новые лекарственные препараты. Главное же состоит в том, что в истории с миелопептидами был проведен в жизнь принцип, к которому стремится каждый исследователь: от зарождения идеи до ее практической реализации.

Информация



Харьковский завод
бактериальных препаратов
совместно с Московским институтом
тонкой химической технологии

ВЫПУСКАЕТ ВЫСОКООЧИЩЕННЫЕ ПРЕПАРАТЫ:

дифосфатидилглицерин (кардиолипин) из сердец крупного рогатого скота;

фосфатидилхолин из яичного желтка;

фосфатидиллинозит из пекарских дрожжей;

сфингомиелин из мозга крупного рогатого скота;

фосфолипидную смесь из яичного желтка, обогащенную фосфатидилхолином;

фосфолипидную смесь из плаценты человека, обогащенную фосфатидилсерином;

фосфолипидную смесь из эритроцитов суммарные ганглиозиды из мозга крупного рогатого скота.

С 1987 года предприятие предполагает выпускать:

лизофосфатидилхолин из яичного желтка;

фосфатидиловую фракцию из сердца крупного рогатого скота и фосфатидилэтаноламинную фракцию из спинного мозга крупного рогатого скота, обогащенные плазмалогенными формами.

Заказы на поставку препаратов (гарантийные письма за подписью руководителя учреждения и главного бухгалтера) направлять по адресу: 310084 Харьков, Померкн, Харьковский завод бактериальных препаратов, Центральная заводская лаборатория.

С 1 квартала 1987 г.

издательство «Наука» будет выпускать
новый ежеквартальный журнал
«СЕНСОРНЫЕ СИСТЕМЫ»

Журнал будет публиковать статьи экспериментального характера и обзоры по актуальным проблемам физиологии органов чувств: механизм сенсорной рецепции, передачи и переработки информации на всех уровнях сенсорных систем, реализации сенсорной информации, опознавания образов, по моделированию сенсорных процессов и функций, а также по прикладным (медицинским, робототехническим и т. п.) аспектам сенсорной физиологии.

Индекс журнала в «Каталоге советских газет и журналов» на 1987 г. — 70810. Подписная цена за год (4 номера) — 5 р. 20 к.

Адрес редакции: 117312 Москва В-312, ул. Вавилова, 39, к. 20.

Инсулин

Профессор

В. И. РОЗЕНГАРТ,

Институт эволюционной физиологии и биохимии
им. И. М. Сеченова АН СССР

Инсулин — гормон поджелудочной железы, имеющий белковую природу; недостаточное образование его в организме служит причиной сахарного диабета.

Чтобы иметь возможность написать эту короткую фразу, потребовались десятилетия труда многих исследователей. Инсулин занимает особое место в истории химии, биологии и медицины. Это **первый** гормон, для которого была установлена белковая природа. Это **первый** белок, первичная структура которого была расшифрована. Наконец, это **первый** белок, который удалось получить синтетическим путем.

Об инсулине написано много книг. В краткой статье попытаемся рассказать о роли инсулина, об истории его открытия, о строении его молекулы и о механизме его действия в организме.

1.

Начинать надо, конечно, с самого главного — со связи инсулина с сахарным диабетом.

Диабет (правда, без определения «сахарный») был известен еще древнегреческим врачам; они отмечали у больных слабость, легкую утомляемость, жажду, обильное выделение мочи. По последнему признаку болезнь и получила свое название — диабет по-гречески означает что-то вроде «протекающий».

В середине XVII века один из основателей Лондонского королевского общества, известный врач Томас Вилис, обнаружил, что у большинства больных диабетом моча на вкус сладкая. (Обратите внимание, какими методами диагностики пользовались 300 лет назад. Впрочем, и теперь некоторые органолептические свойства органов и выделений больного учитываются при поста-

новке диагноза: цвет кожи, слизистых оболочек и мочи; тоны сердца и шумы дыхания — все это важно для распознавания болезни.)

Прошло еще сто лет, и другой английский врач по фамилии Добсон установил, что в моче диабетиков есть сахар, как выяснилось позже — глюкоза. Правда, не у всех диабетиков; и тогда стали различать сахарное мочеизнурение (*Diabetes mellitus*) от несахарного (*Diabetes insipidus*). Второй вид диабета с инсулином не связан, и мы к нему возвращаться не будем.

Довольно скоро было установлено, что глюкоза выделяется с мочой из-за того, что резко увеличивается ее содержание в крови. Чтобы понять, как это происходит, вспомним, что почки работают в два этапа. На первом в почечных клубочках фильтруется кровь, и в фильтрат, называемый первичной мочой, переходит почти вся вода крови и большинство растворенных в ней веществ (в том числе и глюкоза). На втором этапе первичная моча движется по почечным канальцам, и там совершается обратный процесс: многие компоненты первичной мочи интенсивно всасываются обратно в кровь. А то, что осталось в канальцах, собирается в почечные лоханки и оттуда поступает в мочевой пузырь — это и есть окончательная моча.

Когда концентрация глюкозы в крови нормальна — до 5,5 ммоль/л, то практически вся глюкоза всасывается в канальцах, и поэтому у здоровых людей глюкозы в моче нет. Полное обратное всасывание происходит и тогда, когда уровень глюкозы несколько превышает норму. Однако начиная с некоторой пороговой концентрации (обычно 10—12 ммоль/л) канальцы уже не могут справиться с избытком глюкозы и она появляется в моче. При тяжелых формах диабета в сутки может выделиться несколько десятков граммов глюкозы.

В конце XVIII и в начале XIX века стали появляться работы, которые свидетельствовали о том, что сахарный диабет как-то связан с нарушением работы поджелудочной железы. Однако прямое экспериментальное доказательство было получено лишь в 1889 году. Рассказывают, что дело не обошлось без случайности.

Немецкие ученые И. Мering и О. Минковский не занимались изучением диабета. Они просто исследовали роль поджелудочной железы в пищева-

рении, а для этой цели удаляли у животных поджелудочную железу и следили, к чему это приведет. Животные погибали, причем на удивление быстро; но главное оказалось в другом. Старый лабораторный служитель заметил, что собака, неподвижно лежавшая после операции, была буквально ослеплена мухами. Он сообщил об этом исследователям, и те, к счастью, не отмахнулись от случайного наблюдения. Очень скоро они установили, что мух привлекает сахар, в большом количестве содержащийся в моче оперированной собаки.

Последующие эксперименты показали, что при удалении поджелудочной железы развиваются и другие признаки сахарного диабета. О самой же поджелудочной железе к тому времени было известно лишь то, что она выделяет в кишечник пищеварительный сок, содержащий ферменты, которые разлагают пищевые вещества. Однако никакого отношения к диабету это не имело: русский патолог Л. В. Соболев в начале нашего века перевязывал животным выводной проток поджелудочной железы — и диабет не развивался. Не появлялся он и при полной атрофии железистых клеток. А если так, то оставалось только предположить, что у поджелудочной железы есть не только внешняя, но и внутренняя секреция. Иными словами, эта железа выделяет в кровь особое вещество, гормон, который предотвращает диабет.

Еще раньше П. Лангерганс обнаружил в поджелудочной железе особые группы клеток с неясной функцией; их называли по имени открывателя островками Лангерганса. Именно там, по всей видимости, и синтезировался искомый гормон, которого, впрочем, никто не видел в глаза. В 1916 г. было предложено назвать этот еще не выделенный гормон инсулином, от латинского *insula* — островок.

Между тем многочисленные попытки выделить гормон из поджелудочной железы, — а они были начаты вскоре после опытов Меринга и Минковского, — никак не приводили к успеху. Это вполне резонно объясняли тем, что гормон — белок и, когда его пытаются изолировать, собственные же протеолитические ферменты поджелудочной железы его и разрушают. Однако было очевидно, что рано или поздно до инсулина доберутся.

2.

Стремление как можно скорее получить гормон поджелудочной железы в очищенном виде диктовалось не только научным интересом. Диабет в ту пору был практически неизлечимой болезнью; диагноз «сахарный диабет» означал, как правило, смертный приговор больному. Эффективных лекарств не было.

Инсулин ждал человека, который его откроет. Этим человеком оказался Фредерик Бантинг, 29-летний канадец, ассистент университета Западного Онтарио. В 1920 г. он узнал из одной работы, что при закупорке протока поджелудочной железы перерождаются клетки, которые продуцируют пищеварительные ферменты, а островки Лангерганса сохраняются; диабет при этом не развивается. Вы помните — примерно то же Л. В. Соболев установил на два десятилетия раньше, однако не сделал следующего шага, который-то и вел к успеху. Этот шаг сделал Бантинг.

Канадец решил выделять гормон не из нормальной, а из перерожденной поджелудочной железы. Ведь там инсулину не угрожало ферментативное разрушение!

С этой идеей Бантинг обратился к профессору Дж. Маклеоду, который руководил тогда кафедрой физиологии Торонтского университета. От Маклеода он получил не только моральную поддержку, но и помощника — студента пятого курса Чарльза Беста, хорошо владевшего методами химического определения сахара в крови.

Несмотря на многие трудности, которые пришлось преодолеть молодым исследователям, успех пришел к ним довольно быстро. Уже в августе 1921 г. они получили первый препарат гормона и сразу же убедились в его могучем лечебном действии: он помогал подопытной собаке при тяжелейшей форме экспериментального диабета. Вскоре гормон научились получать из поджелудочной железы эмбрионов теллят, а затем и обычных коров.

Бантинг и Бест поначалу хотели назвать гормон «айлитом» (*islet*, произносится «айлит» — по-английски «островок»), однако рассудительный Маклеод решил не менять уже принятое в литературе название «инсулин».

Довольно быстро инсулин вышел за пределы лаборатории, его стали изготавливать как лекарственный препарат на многих фармацевтических фаб-

риках мира. За шесть десятилетий он возвратил к жизни сотни тысяч, нет, миллионы тяжело больных людей, ранее считавшихся обреченными.

В 1923 г. Маклеод и Бантинг были удостоены Нобелевской премии. Свою долю премии Бантинг честно поделил с Бестом. А 18 лет спустя открыватель инсулина, известный всему ученому миру 50-летний Фредерик Бантинг, погиб в авиационной катастрофе...

3.

Изучение инсулина тем временем продолжалось, причем сразу в двух направлениях. С практических позиций пытались получить наиболее эффективные лекарственные препараты, с теоретических — выясняли строение гормона и механизм его биологического действия. Белковая природа инсулина не вызвала сомнений, однако химия белка находилась тогда в зачаточном состоянии, и сказать о веществе, что оно белок, означало только, что вещество состоит из аминокислот, и не более того.

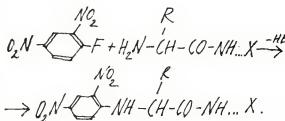
Молекулярная масса инсулина оказалась небольшой — менее 6000. Это означало, что в его молекуле лишь около полусотни остатков аминокислот. Каких именно — на этот вопрос удалось ответить, когда в химии белка стали широко использовать бумажную хроматографию: белки сначала подвергали гидролизу (кислотному или ферментативному), а потом разделяли, определяя таким образом, сколько остатков каких аминокислот входит в состав белковой молекулы. Однако ответа на главный вопрос — в какой последовательности расположены аминокислоты — этот метод дать не мог.

С середины сороковых годов структурой инсулина заинтересовался английский химик Фредерик Сэнгер; как и его тезке Бантингу, ему не исполнилось и тридцати, когда он заинтересовался инсулином.

Сэнгер придумал довольно простой способ, позволявший узнавать N-концевую аминокислоту полипептида, то есть кислоту, содержащую свободную аминогруппу ($-\text{NH}_2$) в α -положении. Наверное, уместно будет напомнить, что все природные аминокислоты содержат одну такую группу и один карбоксил ($-\text{COOH}$), прикрепленные к углеродному атому, первому в скелете аминокислоты и поэтому, естественно, обозначаемому буквой α . Образую поли-

пептид, аминокислоты соединяются одна с другой так, что у одной в реакцию вступает аминогруппа, а у другой — карбоксильная группа, поэтому с одной стороны полипептидной цепочки всегда есть N-концевая аминокислота (со свободной аминогруппой), а с другой — C-концевая (со свободной карбоксильной группой).

Метод Сэнгера состоял в том, что полипептид обрабатывали динитрофторбензолом, который избирательно реагировал со свободной аминогруппой N-концевой аминокислоты:

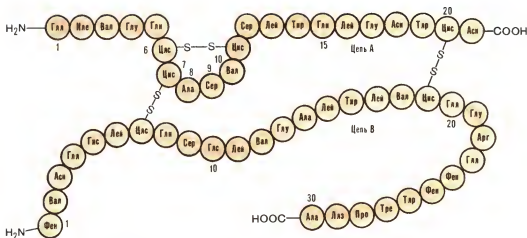


После гидролиза продукта реакции получалась та или иная динитрофенил-аминокислота, которая отличалась от других аминокислот, комбинируя желтый цвет; ее довольно просто идентифицировать хроматографическим методом.

Ф. Сэнгер расщеплял молекулу инсулина на пептиды разной длины, определял их состав и природу N-концевой аминокислоты, комбинировал полученные фрагменты, менял их размеры, сопоставлял и сравнивал. Разумеется, он использовал и другие приемы, например выявлял дисульфидные связи ($-\text{S}-\text{S}-$), которые возникают при взаимодействии аминокислот, содержащих SH-группы. Складыванием мозаики Сэнгер занимался восемь лет. И наконец, в 1953 г. он определил точный порядок аминокислот в молекуле инсулина.

Позднее таким же способом удалось установить детальное строение еще нескольких белков; а Фредерик Сэнгер в 1958 г. получил за эту работу Нобелевскую премию по химии.

После столь явного признания своих заслуг Сэнгер переключился на другую область исследований: он начал разрабатывать методы, которые позволили бы выяснить строение индивидуальных нуклеиновых кислот. Фактически это были поиски путей, которые вели к расшифровке структуры генов. За эти работы в 1980 г. Ф. Сэнгеру была при-



суждена вторая Нобелевская премия по химии — в истории химии это беспрецедентный случай.

Однако вернемся к молекуле инсулина. Ее схема показана на рис. 1. Обратите внимание: молекула состоит из двух полипептидных цепей — цепи А (21 аминокислотный остаток) и цепи В (30 аминокислотных остатков). Эти цепи соединены двумя дисульфидными мостиками; еще один такой мостик содержится в цепи А.

Следующий, может быть, решающий шаг состоял в том, чтобы подкрепить анализ структуры искусственным синтезом инсулина. Эти исследования велись сразу в нескольких лабораториях. Одними из первых искусственный инсулин получили западногерманские химики из Аахена. Они синтезировали обе полипептидные цепи в 221 стадию! Кто занимался когда-либо синтезом, сможет оценить, что это значит.

Самым трудным оказалось должным образом расположить дисульфидные мостики. В препарате из Аахена эти мостики занимали случайное положение, разное в разных молекулах; из-за этого лишь незначительная доля полученных молекул имела правильное строение и биологическая активность продукта была, естественно, низкой, примерно в 100 раз слабее, чем у природного инсулина. Но так или иначе продукт был активным, а это означало, что синтез инсулина стал состоявшимся фактом.

Детальные исследования показали, что строение инсулина разных животных не совсем одинаково. Пожалуйста, обратитесь еще раз к рис. 1: между двумя остатками цистеина в цепи А расположены три аминокислоты

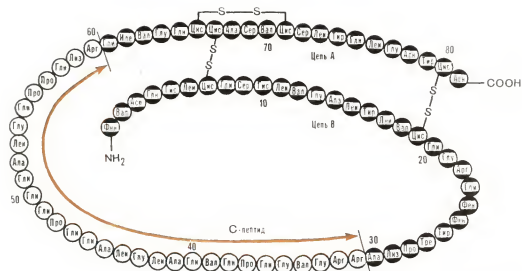
1
Строение инсулина быка. Две полипептидные цепи (А — 21, В — 30 аминокислотных остатков) соединены двумя дисульфидными мостиками; третий такой мостик находится в цепи А. Аминокислотные остатки пронумерованы начиная с N-конца

с порядковыми номерами 8, 9 и 10. Они-то и определяют видовые особенности структуры инсулина. На рис. 2 показаны эти ключевые участки в молекуле инсулина разных животных. И хотя различия, безусловно, есть, они все же незначительны. А если так, то инсулин можно использовать перекрестно — вводить инсулин одним животным другим. И, что самое главное, лечить инсулином животных сахарный диабет у людей.

Последний, третий рисунок показывает нам, из чего образуется ин-

2
Три аминокислоты между двумя остатками: цистеина в цепи А (№ 8, 9 и 10) определяют видовые особенности инсулина. На рисунке показаны эти участки в инсулине быка, свиньи, овцы, лошади и кита

$\begin{array}{c} \text{S} \quad \text{S} \\ \quad \\ \text{— Цис — Цис — Ана — Сер — Вал — Цис —} \\ 6 \quad 7 \quad 8 \quad 9 \quad 10 \quad 11 \end{array}$	бык
$\begin{array}{c} \text{S} \quad \text{S} \\ \quad \\ \text{— Цис — Цис — Три — Сер — Иле — Цис —} \\ 6 \quad 7 \quad 8 \quad 9 \quad 10 \quad 11 \end{array}$	свинья
$\begin{array}{c} \text{S} \quad \text{S} \\ \quad \\ \text{— Цис — Цис — Ана — Глю — Вал — Цис —} \\ 6 \quad 7 \quad 8 \quad 9 \quad 10 \quad 11 \end{array}$	овца
$\begin{array}{c} \text{S} \quad \text{S} \\ \quad \\ \text{— Цис — Цис — Три — Глю — Иле — Цис —} \\ 6 \quad 7 \quad 8 \quad 9 \quad 10 \quad 11 \end{array}$	лошадь
$\begin{array}{c} \text{S} \quad \text{S} \\ \quad \\ \text{— Цис — Цис — Ана — Сер — Три — Цис —} \\ 6 \quad 7 \quad 8 \quad 9 \quad 10 \quad 11 \end{array}$	кит



3. Строение проинсулина быка: единственная полипептидная цепь состоит из 81 аминокислотного остатка. Инсулин (обозначен темными кружками) образуется из проинсулина после отщепления С-пептида, содержащего 30 остатков (с № 31 по 60)

сулин в островковых клетках поджелудочной железы. Это его предшественник — проинсулин, длинный полипептид, состоящий из 78—86 аминокислотных остатков. Для образования инсулина нужно, чтобы из середины молекулы проинсулина отщепился так называемый С-пептид. Он отщепляется под действием особых ферментов в секреторных гранулах островковых клеток. Готовый гормон вместе с С-пептидом выходит из клетки и поступает в кровь.

Итак, инсулин поступает в кровь. И начинает свою многообразную и разностороннюю работу...

Несмотря на то что исследователи многих стран в течение десятилетий изучают механизм действия инсулина, проблема еще далека от решения. Мы очень много знаем о том, что делает инсулин в организме, но почти ничего не знаем о том, как он это делает.

Установлено, что инсулин влияет на обмен множества веществ. В наблюдениях на людях и в опытах на животных, на клеточных культурах и экстрактах из тканей показано, что инсулин усиливает синтез жиров и снижает скорость их распада, усиливает синтез белка, ускоряет синтез гликогена из глюкозы, но замедляет образование гликогена из аминокислот, замедляет распад гликогена — и так

далее. Можно перечислять и перечислять — было подсчитано, что инсулин влияет по меньшей мере на 22 реакции обмена веществ, причем эти воздействия не зависят одно от другого.

Трудно было бы допустить, что инсулин вмешивается в 22 различных процесса обмена совершенно по-разному. В последнее время большинство специалистов склоняются к тому, что, подобно другим гормонам, инсулин действует на поверхность клеток, на их плазматическую, внешнюю мембрану. При этом возникают какие-то химические сигналы, то есть меняется концентрация веществ, которые влияют на те или иные процессы обмена.

Главные мишени, на которые нацелен инсулин, — это клетки мышц, печени и жировой ткани. Предполагают, что непосредственный объект атаки — это некий белок, расположенный на поверхности клеток-мишеней; его называют рецептором инсулина. Кое-что об этом рецепторе известно. Например, то, что его молекулярная масса около 300 000 и в его состав входят углеводные компоненты. Но как именно инсулин связывается со своим рецептором, это пока загадка.

Хотя действие инсулина, как мы уже знаем, многообразно, исторически сложилось так, что биологов, химиков и врачей интересует прежде всего его влияние на обмен углеводов, ибо тут причина сахарного диабета и способ его лечения. С этого мы начали статью, этим разумно будет и закончить.

Вы помните, конечно, что при недостатке инсулина содержание глюкозы в крови резко повышается, а как

только инсулин введен, так уровень глюкозы заметно снижается. Этот механизм сейчас более или менее понятен. Попав на поверхность клеток-мишеней и соединившись с белком-рецептором, инсулин стимулирует два независимых процесса. Первый — глюкоза легче и быстрее поступает из крови в клетки. Это объясняется тем, что под действием инсулина увеличивается проницаемость клеточных мембран для глюкозы. Второй процесс — утилизация глюкозы клетками (в частности, ее превращение в гликоген). Происходит это потому, что повышается активность гексокиназы, фермента, который катализирует превращение глюкозы в глюкозо-6-фосфат и вовлекает ее в реакции обмена веществ.

При недостатке инсулина, то есть при сахарном диабете, все наоборот: глюкоза медленнее переходит из крови в клетки печени, скелетных мышц и жировой ткани и в то же время клетки все хуже ее используют. Иными словами, клетки начинают голодать. Организм

стремится исправить положение, он подает в кровь все больше и больше глюкозы, чтобы насытить клетки, но это не помогает. Создается ситуация, которая метко была названа «гибелью среди изобилия».

Остается добавить, что такое положение возникает только в клетках-мишенях, которые непосредственно атакуются инсулином. В других же тканях, например мозга и сердечной мышцы, глюкоза утилизируется даже при выраженном диабете, более того, по мере роста сахара в крови это происходит все быстрее. Но так положение не спасти. Суммарный объем жира, скелетных мышц и печени настолько велик, что глубокие нарушения обмена веществ в этих тканях приводят к роковым последствиям. Единственное спасение — ввести инсулин.

К счастью, или, точнее, благодаря усилиям многих людей, работавших и работающих в разных областях науки, это единственное спасение стало реальным и доступным.

Инсулин получен — проблемы остаются

Первая инъекция инсулина больному была сделана в январе 1923 г. — через 20 месяцев после открытия гормона. С тех пор лекарство спасло жизнь миллионам людей, но оно не решило всех проблем лечения сахарного диабета. Более того, породило новые.

И в самом деле, доза инсулина должна строго соответствовать уровню сахара в плазме крови; однако анализы делают время от времени, а препарат приходится вводить ежедневно. Если его передозировать, то может возникнуть тяжелое осложнение — гипогликемия, то есть резкое падение концентрации сахара. Иногда случается даже гипогликемический шок — острое расстройство работы мозга при недостатке глюкозы. Напротив, лечение слишком малыми дозами не приносит облегчения.

Выбор дозы затрудняется и тем, что количество сахара в

крови зависит от очень многих факторов. Обилие углеводов в пище, кофе, многие лекарства (например, мочегонные, психотропные, клофелин, препараты для лечения ишемической болезни сердца) повышают содержание сахара. А физическое напряжение, некоторые пищевые продукты (земляника), лекарственные травы (брюнния белая, лавровый лист, листья черники) и опять же медикаменты (противогистаминные — димедрол, пипольфен, алкалоиды спорыньи) уменьшают содержание сахара...

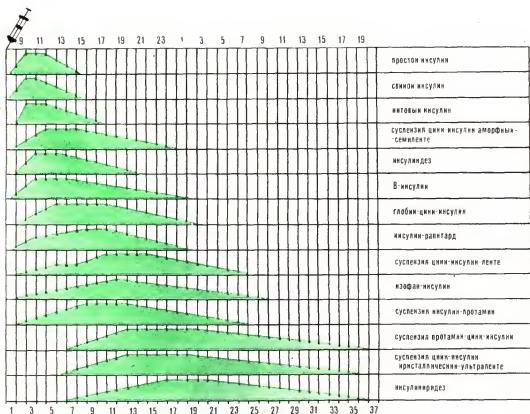
Радикальное решение проблемы дозирования — искусственная поджелудочная железа, которая состоит из вживленного под кожу датчика, следящего за концентрацией сахара, микрокомпьютера, дозатора и насоса, вводящего инсулин в брюшную полость. Такие аппараты уже существуют, они весят пока около 400 г; в будущем, когда они станут миниатюрными, их можно будет шивать под кожу.

Перспективно и создание биоискусственной железы. Она будет представлять собой культуру β -клеток поджелудочной железы больного и донора (а возможно, животного). Такую культуру придется заключить в

капсулу, проицаемую для сахара и инсулина, но непроницаемую для клеток и белков, вызывающих иммунную реакцию.

Искусственные железы решат еще одну проблему. Когда вводят кристаллический инсулин, то из-за быстрого всасывания возникает пиковая концентрация, а значит, угроза гипогликемии. К тому же инъекции надо делать каждые 6 часов, а это тяжелое бремя для больных. Сейчас все чаще используют препараты пролонгированного действия (см. рисунок). Чтобы повысить устойчивость инсулина к разрушающим его пептидазидам, его соединяют с белком протамином, полученным из семеников рыб. Присоединение цинка дает возможность получить нерастворимую в воде соль. Дольше других действует препарат «суперинзulin-цинк-инсулин кристаллического»: после однократной инъекции эффект наблюдается 30—36 часов. Можно подобрать смеси препаратов таким образом, чтобы действие наступало быстро, но без опасного пика. Уже легче.

Ежедневные инъекции не только неприятны, но и опасны. Поэтому разрабатывается новая лекарственная форма инсулина — так называемые липосомы, микроскопические, диа-



На схеме показано, как долго действуют различные препараты инсулина. Числа сверху — время суток; числа снизу — время, прошедшее после введения препарата. Иллюстрация взята из книги В. Г. Баранова и А. С. Стройковой «Сахарный диабет у детей» (М.: Медицина, 1980).

метром в 50 нм, капсулки из жироподобного вещества, заполненные лекарством. Малые размеры позволяют им проникать в кровь через слизистую кишечника. Следовательно, препарат вводится не уколом, а через рот.

К сожалению, несмотря на многолетние усилия, наладить производство чистого инсулина все еще не удается: даже в лучших препаратах есть 15—20 % примесей. Это разнообразные пептиды и белки, повторное введение которых нередко приводит к аллергическим реакциям. По счастью, в 80 % случаев от таких реакций удается избавиться, просто переходя на другую серию препарата.

Протамин в препаратах пролонгированного действия тоже

способен вызывать аллергию. Кроме того, к инсулину, полученному из желез животных, то есть чуждому человеку, вырабатывается иммунитет. Эффективность лечения при этом снижается. Выход из положения — вместо бычьего инсулина использовать сначала овечий, потом китовый и свиной (последний — так называемый сунисулин — ближе всего к человеческому; отличие лишь в том, что в 30-м положении В-цепи вместо треонина находится аланин).

А нельзя ли наладить биосинтез человеческого гормона? В Институте биоорганической химии АН СССР получены фрагменты ДНК, кодирующие образование пронибулина. Когда эти фрагменты ввели в кишечную палочку, она начала синтезировать гормон. Следовательно, перспективы обнадеживающие.

Заметим, наконец, что на обмен сахара можно влиять и другими способами. Так, в 1942 г. было обнаружено сахаропонижающее действие одного из производных стрептоцида. Это привело к созданию новых средств для лечения диабета — бутамиды, глибенкламиды и т. д.

Десятилетие спустя была установлена связь между повышением концентрации гуанидина в крови во время судорог и падением содержания сахара; в результате появилась еще одна группа препаратов — бигуаниды (глитбурид и др.). Поиски средств для борьбы с ожирением привели к появлению в 1968 г. фенфлюрамина, а в 1970 г. — акарбозы. Достоинство этих препаратов в том, что все они принимаются через рот, но заменить инъекции инсулина они могут пока только одному из трех больных диабетом.

В заключение — несколько слов полемике. Некоторые считают, что инсулин не лечит. Действительно, новая железа у больного не вырастает. Но бессмысленно требовать от лекарства то, на что оно неспособно. Важно, что каждая порция гормона вызывает лечебный эффект, приводящий к полному восстановлению работоспособности. И если раньше сахарный диабет неминуемо приводил к смерти, то теперь регулярное лечение дает долгую и полноценную жизнь. А это, по-моему, и значит, что лекарство лечит.

Доктор медицинских наук
В. Б. ПРОЗОРОВСКИЙ

Что могут
и чего не могут
методы *in vitro*



Сначала — статистика. В 1981 г. было известно 4 млн. индивидуальных химических соединений; два года спустя — более 7 млн.; по данным на 1984 г. — около 10 млн. Конечно, эти числа несколько условны, но во всяком случае химических веществ «очень много». Далеко не все они находят хоть какое-то применение. Однако 10—20 % вновь синтезируемых соединений рано или поздно используются в промышленности, сельском хозяйстве, медицине, быту — и это настолько много, что превышает возможности всех токсикологических и прочих испытательных лабораторий мира.

Тогда естественный вопрос — а надо ли все изучать? На этот счет есть диаметрально противоположные мнения. Автор на стороне тех, кто считает — надо.

Сведения об опасности нового соединения необходимы, чтобы с ним можно было работать без вреда для здоровья в лаборатории (а включение этих сведений в технологический регламент на заводе — требование закона). Наконец, при целенаправленном синтезе веществ (например, красителей или пластификаторов) желательно еще на стадии пробирочного синтеза провести отбор по токсичности и решить, какие соединения нарабатывать для дальнейших испытаний, а какие забраковать заранее. Совершенно ясно, что самый лучший краситель с токсичностью цианистого калия не будет иметь перспектив в пищевой промышленности.

«Одна лишь доза...»

В любом руководстве по токсикологии или фармакологии можно найти определение понятия «яд». Собственно, интуитивно это понятно всем, однако само понятие не поддается всеобъемлющему определению. Не стану умножать число определений; мне ближе всего то, что было дано еще в начале прошлого века: «Яд — вещество, которое в малом количестве, будучи приведено в соприкосновение с живым организмом, разрушает здоровье или уничтожает жизнь». В нем все хорошо, за исключением «малого количества», которое каждый волен толковать по-своему. Еще в середине XVI века знаменитый Парацельс сказал: «Все есть яд, и ничто не лишено ядовитости; одна лишь доза делает яд незаметным».

Как видите, доза... Но сравни-

вать между собой можно только дозы, дающие одинаковый эффект, и тогда уже определять степень токсичности. Сегодня такая общепринятая величина $dosa\ letalis$ — DL_{50} , то есть доза, вызывающая гибель 50 % взятых в опыт животных. Не вдаваясь в подробности, отчего выбран именно 50 %-ный эффект, скажу лишь, что DL_{50} чаще всего определяют для естественного пути поступления яда — через рот; эта величина и вносится обычно в справочники и регламенты. А чтобы сделать ее сопоставимой, принято относить дозу к массе тела животного, выражать ее в миллиграммах на килограмм. Заметим попутно, что токсичность — величина, обратная дозе: чем выше DL_{50} , тем ниже токсичность.

Величины DL_{50} для разных соединений изменяются в очень широких пределах — от мкг/кг до г/кг; на этом построены все нынешние классификации, разбивающие (условно, разумеется) непрерывный ряд на несколько дискретных групп. Число таких групп может быть различным в разных классификациях, но в любой из них на одном конце — чрезвычайно токсичные вещества, на другом — практически безвредные. (Любопытная «система мер» была недавно предложена во Франции — по дозам, которые вызывают у человека отравление при приеме внутрь: несколько капель; чайная ложка; столовая ложка; рюмка; стакан; 0,5 л.)

Чем вещество токсичнее, тем оно, со всей очевидностью, и опаснее. И все же понятия токсичности и опасности не взаимозаменяемы. Например, при равной токсичности опаснее будет более летучее соединение.

В Советском Союзе есть стандарт (ГОСТ 12.1.007.76), подразделяющий все химические вещества на четыре класса — от чрезвычайно опасных до малоопасных. Чтобы отнести соединение к тому или иному классу, можно воспользоваться любым из семи стандартных показателей, но чаще всего это делается опять же по величине DL_{50} , поскольку остальные показатели, например предельно допустимую концентрацию или пороги острого и хронического действия, определить значительно труднее.

Тот же ГОСТ определяет, какими должны быть меры предосторожности при работе с веществами в зависимости от класса опасности, как конт-

ролировать состояние воздушной среды, как вести технологический процесс и т. д. А отсюда следует, что очень важно определить класс опасности (токсичности), то есть, собственно говоря, самую простую его характеристику — DL_{50} .

КАК ЭТО ДЕЛАЕТСЯ

Заранее прошу прощения за не очень приятные подробности, но — поверьте на слово — никому из тех, кто изучает токсичность, все эти процедуры радости не доставляют. Просто — надо.

Итак, опыт. Нескольким группам белых мышей (первый опыт всегда на них), не менее 5 животных в группе, вводят в желудок возрастающие дозы изучаемого соединения — каждой группе свою дозу. Обычно доз не менее четырех, скажем, 100, 200, 500 и 1000 мг/кг. Затем в течение двух недель регистрируют гибель животных в каждой группе. Наконец, каким-либо статистическим методом высчитывают дозу, которая вызывает гибель 50 % животных, взятых в опыт.

Итого: 20—30 мышей и две недели до ответа, если мы с первого раза попали «в яблочко», получили четкую градацию выживаемости в зависимости от введенной дозы. А если от самой малой все животные погибли? Или, наоборот, даже при самой большой все остались живы? Чтобы так не получилось, перед развернутым экспериментом делают обычно прикидку — с меньшим числом животных и с большим интервалом между дозами. Еще 10—12 мышей, еще две недели...

А теперь посмотрим, во что все это выливается. Статистика утверждает, что только в Великобритании и только за один год для токсикологических исследований понадобилось 1 003 155 лабораторных животных, из них более половины — для определения острой токсичности. А по данным Института изучения проблем лабораторных животных (США), на Западе для определения DL_{50} расходуется свыше 10 миллионов животных ежегодно.

ТОЧНОСТЬ РЕЗУЛЬТАТОВ

Может быть, эти огромные траты искупаются надежностью и точностью получаемых результатов? Увы. Будем говорить прямо — они далеки от идеала. Физики-экспериментаторы не приняли бы их всерьез...

Если результаты определения DL_{50}

в различных лабораториях для одной и той же линии лабораторных животных расходятся не более чем в 3 раза, то это считается хорошим совпадением. Дело здесь, конечно, не в низкой квалификации или нерадивости исследователей, а в сложности самого процесса взаимодействия вещества с живым организмом. И пока просто невозможно учесть, а тем более стандартизировать бесчисленное множество факторов, влияющих на этот процесс.

Конкретный пример. Пять лет назад был проведен эксперимент, в котором приняли участие около 100 лабораторий из 13 стран Западной Европы. Исследователи определяли величину DL_{50} пяти давно изученных соединений. Организаторы эксперимента пытались оговорить все мыслимые условия: вид и линию животных, их пол, вес и возраст, путь введения веществ, растворитель, концентрацию и объем раствора, рацион кормления, время суток, сроки наблюдения. И вот какие получились результаты (в мг/кг): пентахлорфенол — от 74 до 622 (расхождение в 8,4 раза); салицилат натрия — от 930 до 2328 (2,5 раза); анилин — от 479 до 1169 (2,4 раза); ацетанилид — от 723 до 3060 (4,2 раза); хлорид кадмия — от 105 до 428 (4,6 раза). Конечно, это крайние величины. Большинство лабораторий уложились в те самые 3 раза, о которых только что говорилось...

Две причины — огромный расход животных с вытекающими отсюда этическими и экономическими следствиями и невысокая точность определения — вызвали к жизни целую кампанию за переход к так называемым альтернативным методам, не на живых объектах, а *in vitro*, в пробирке. Инициатором кампании был швейцарский токсиколог Герхард Збинден. К нему присоединились многие специалисты в разных странах, но, как водится, и противников оказалось достаточно.

Любопытно было бы сформулировать все «за» и «против», но прежде я хотел бы напомнить постоянным читателям журнала, что еще в 1979 г., то есть раньше, чем за рубежом, в «Химии и жизни» (№ 10) была напечатана статья Т. Н. Павловой с совершенно недвусмысленным названием — «*In vitro*» вместо «*in vivo*», где как раз и шла речь о замене, хотя бы частичной, экспериментов на животных опытами

на простых биологических моделях. Там же говорилось, что именно в нашей стране впервые в мире было доказано, что данные, полученные *in vitro*, можно перенести на целостный организм...

Итак, «против» и «за». Противники «инвитровых» методов говорят: у простых модельных тест-объектов нет нейрогуморальных регуляторных механизмов; у них нет — или почти нет — механизмов распределения и биотрансформации; целый организм нельзя сводить к сумме его частей; наконец, «этого не может быть, потому что этого не может быть никогда».

А собственно, почему? По словам Александра Попа, «лучшим объектом для изучения человека является сам человек». Иначе говоря, любое исследование, выполняемое на любых экспериментальных животных, есть модельное исследование, которое не может дать ответы на все вопросы. Иначе не было бы ни снятия с производства или ограничения применения некоторых лекарств, ни корректировки предельно допустимых концентраций. Мы бы сразу получали окончательный результат. Однако до этого еще далеко.

ФОТОГРАФИЯ ИЛИ ГОЛОГРАММА?

Мы склонны рассматривать целостный организм как фотографию. Пока она цела, человек на ней весь — от прически до пяток. Но разорвите ее на куски, и на каждом из них будет видно лишь немного — левое ухо, правый мизинец... Чем меньше клочок снимка, тем более узкую информацию он будет нести. Отсюда вроде бы следует вывод о принципиальной невозможности экстраполяции модельных опытов.

Но так ли это на самом деле? Попробуем сделать два допущения.

Первое: организм не фотография, а голограмма*; даже разбитая на мелкие кусочки, она — каждый кусочек в отдельности — несет полный объем информации о целостном объекте (хотя, наверное, «резкость» снимка уменьшается, какие-то детали исчезают или становятся трудноразличимыми). Правда, чтобы получить изображение, надо осветить кусочки когерентным светом определенной длины волны. Иными словами, надо знать, что спросить и как этот

вопрос задать. Наивно было бы спрашивать у лимфоцита или у клеток печени, как отреагирует сосудистая система на фактор, повышающий кровяное давление. Но вполне разумно, наверное, задать вопрос — какие дозы этого фактора вызовут изменения в обмене веществ, которые затем, на уровне организма, проявятся тем самым повышением давления.

Второе допущение: биологическая «голограмма» все-таки отличается от физической тем, что не все ее кусочки несут равную информацию. Например, зрелый эритроцит млекопитающего, лишенный ядра и некоторых других внутриклеточных органелл, не может дать информацию о процессах, в нем отсутствующих. То же самое можно сказать и об узкоспециализированных клетках и тканях (волосы, ногти и т. п.).

Если сделанные допущения верны, хотя бы в первом приближении, то это означает, что клеточные и субклеточные модели можно использовать для получения информации о целостном организме. (Согласно одной недавно опубликованной монографии, изменения в мозговых нейронах, возникающие при некоторых заболеваниях центральной нервной системы, отражаются в клетках слизистой прямой кишки, благодаря чему «ректальная биопсия является хорошим диагностическим методом». Вот так...)

Но пока все это предположения. А какова реальная ситуация? Она достаточно парадоксальна. Никто не оспаривает возможность и даже необходимость применять в фундаментальных работах модельные методы. В прикладных генетических исследованиях, при оценке мутагенной и канцерогенной активности химических соединений, для мониторинга окружающей среды очень широко используют опыты на микроорганизмах, водорослях, насекомых и т. п. Но вот экспериментов на «осколках голограммы» млекопитающих несоизмеримо меньше.

В чем же дело? Действительно ли есть какие-то принципиальные запреты или все упирается в традиционные представления, не имеющие теоретического и экспериментального обоснования?

Внимательный (и въедливый) читатель безусловно заметил, что автор пока не привел возражений противникам модельных методов. Конечно же, это не

* Эта аналогия появилась при переписке автора с С. В. Спераиским (Новосибирск), и сейчас трудно установить, кому она принадлежит.

забычивость и тем более не попытка уклониться от дискуссии; скорее тактический прием. Просто самые элегантные теоретические построения порой не выдерживают столкновения с реальностью. Как писал Томас Гексли, «трагедия Науки — прекрасная гипотеза, убитая уродливым маленьким фактом». Вот почему я хотел бы вернуться к обсуждению после того, как изложу некоторые факты.

РЫБЫ, КЛЕТКИ, МИТОХОНДРИИ

Сегодня есть тысячи работ, посвященных биологической активности химических соединений на различных моделях *in vitro*, а список исследованных веществ составляет толстый том. Но этого недостаточно для обоснованных выводов. Надо выдержать еще как минимум три условия. Во-первых, число соединений, изученных на одной и той же модели в одинаковых условиях, должно быть достаточно велико (к сожалению, авторы часто ограничиваются набором из пяти-шести веществ). Во-вторых, мы ищем количественную взаимосвязь, а поэтому оба параметра — «инвитровый» и «инвивный» — должны быть представлены тоже в количественной форме, в виде конкретных доз и концентраций, например DL_{50} . Наконец, третье условие: разнообразие химических структур и биологической активности испытанных соединений, поскольку внутри одного ряда легко сделать прогноз просто расчетом.

Рассмотрим эти работы поближе и начнем, пожалуй, с целостного организма, но не млекопитающего, а привычного обитателя домашних аквариумов — рыбок гуппи. Этим тест-объектом заинтересовались сразу несколько исследователей. По меньшей мере двое из них поставили эксперименты, удовлетворяющие всем названным условиям. При этом (большая редкость) часть соединений совпала, и к тому же (еще большая редкость) условия опытов, выполненных по разные стороны Атлантики, оказались схожими: рыбок держали по две недели в аквариумах с испытываемыми соединениями и определяли концентрации, вызывающие гибель 50 % взятых в опыт рыбок, — EC_{50} .

Чтобы судить о воспроизводимости опыта, сравним величины EC_{50} совпадающих соединений: хлороформ — 28 и 94; четыреххлористый углерод — 50 и 67; дихлорэтан — 106 и 115; трихлорэтан — 33 и 55 мг/л аквариум-

ной воды. Значит, различия были от 1,1 до 3,3 раза — ничуть не больше, чем на лабораторных грызунах.

Однако нас все же интересуют не рыбы, а млекопитающие. Вот я и попробовал сопоставить величины EC_{50} для рыб с DL_{50} для крыс, предварительно переведя все данные в молярные выражения. Результат оказался достаточно неожиданным.

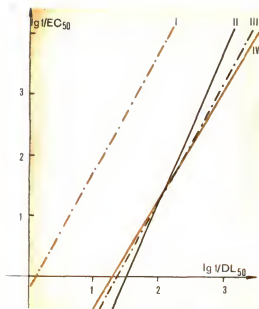
Нагляднее всего, конечно, график. Но его трудно уместить на журнальной странице: величины DL_{50} для разных соединений отличаются в 100 раз, а величины EC_{50} — и в 10 000 раз. Поэтому возьмем логарифмические координаты, причем обратных величин — $1/DL_{50}$ и $1/EC_{50}$, то есть токсичности. Вот теперь удобно, наглядно и влезает в график... Поглядите: как ни странно, между токсичностью для рыб и для млекопитающих есть линейная зависимость. Это не прямое совпадение величин (тем более, что у них разная размерность — концентрации и дозы); взаимосвязь несомненна. А если так, то ее можно выразить «числом и мерой».

Корреляция оказалась сильной, а вероятность случайного совпадения очень малой (менее 0,01). Количественно же эта связь выражается простым уравнением регрессии: $\lg 1/DL_{50} = 0,1 + 0,51 \lg 1/EC_{50}$.

Если теперь посчитать, какие величины получились бы в опытах на лабораторных грызунах, исходя из «рыбных» данных, то окажется, что они отличаются в 1,1—3,2 раза, а средняя погрешность расчета равна 1,8 раза. Все те же пределы!

«Рыбья» модель дает нам этический выигрыш, но срок наблюдения остается прежним, да и количество исследуемого вещества практически не уменьшается.

Я попытался обработать данные еще двух работ, опубликованных в 1983 г., почти одновременно, но выполненных в разных краях — в США и Швеции. В обоих исследованиях испытываемыми соединениями воздействовали на культуры клеток млекопитающих, а именно клеток яичника китайского хомячка (так называемые клетки СНО) и опухоли мозга мыши (нейробластомы). Не вдаваясь в тонкости, заметим лишь, что обе работы удовлетворяли перечисленным выше трем условиям, тогда как время опытов не превышало трех суток, а количества веществ — десятков миллиграммов.



Величина DL_{50} для млекопитающих зависит от эффективных *in vitro* концентраций для различных моделей: I — гуппи, II — клетки СНО, III — клетки нейробластомы, IV — митохондрии

Итоги обработки меня ошеломили. Для клеток обоих видов получились уравнения с практически совпадающими коэффициентами! Для клеток СНО $lg I/DL_{50}$ был равен $1,49 + 0,42 lg I/EC_{50}$, а для клеток нейробластомы $1,20 + 0,52 lg I/EC_{50}$. И оба уравнения давали достаточно точный прогноз токсичности.

Но это еще не все: в самом конце 1984 г. появилась следующая работа на клетках той же нейробластомы, и те же шведские авторы пришли к выводу о возможности количественного прогноза. Их коэффициенты — 1,34 и 0,51. Это была приятная неожиданность. Несколько раньше, используя в качестве модели изолированные митохондрии печени крысы, автор получил коэффициенты 1,30 и 0,55...

А теперь попробуем нанести данные на наш график. Получается, что линии, отражающие зависимость данных *in vivo* и *in vitro*, для клеток и митохондрий млекопитающих практически совпадают, а для рыб сдвинуты влево, но имеют тот же наклон. Этот сдвиг означает, что одной и той же токсичности *in vivo* соответствует более высокая активность *in vitro*, и это, в общем, понятно, поскольку рыбы жили в контакте с испытуемыми веществами две недели, клетки — не более трех дней, а митохондрии — десятки секунд. Но почему одинаков наклон пря-

мых? Вероятность случайного совпадения пренебрежимо мала. Нетрудно догадаться, что изолированная клетка (а тем более митохондрия) более чувствительна, чем целостный организм с его барьерами и механизмами защиты, и поэтому токсичность *in vivo* пропорциональна лишь какой-то доле токсичности *in vitro*. Но почему именно квадратному корню из нее и почему одинаково для таких разных моделей — для меня это пока загадка.

ЗА СОСУЩЕСТВОВАНИЕ

Но значит ли сказанное, что методы *in vitro* могут полностью заменить исследования на организме — хотя бы для определения острой токсичности? Нет. Та универсальность живого, которая позволяет использовать довольно простые модели для прогноза токсичности, мешает нам, как только мы пытаемся выявить не количественную, а качественную характеристику соединения.

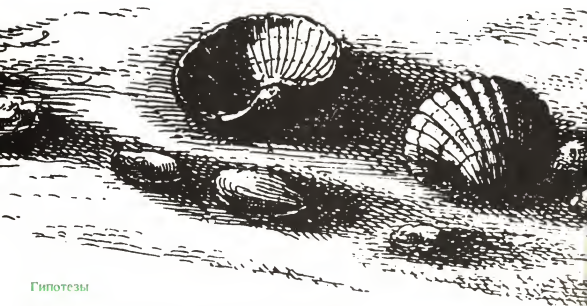
Действительно, определив дозу, вызывающую тот или иной биологический эффект, мы остаемся в полном неведении о том, как качественно проявится действие этого соединения на уровне целостного организма. Если речь идет о токсичности, то будет ли оно печеночным, кровяным или почечным ядом? Если о фармакологическом действии — оно проявит кардио- или нейротропную активность? Тут необходимы комплексные системы, но они затрудняют количественный анализ...

Эта ситуация напоминает ту, что существует в физике элементарных частиц: можно точно определить либо импульс частицы, либо ее координаты, но не то и другое вместе.

В последние годы в литературе термин «альтернативные методы исследования» стали употреблять все чаще. Им обозначают любые эксперименты, выполняемые на моделях более простых, чем целостный организм млекопитающего. Однако на самом деле никакой альтернативы нет и быть не должно. Нужно и то и другое, и к тому же третье — те клинические наблюдения, которыми занимаются врачи.

Каждый метод хорош на своем месте и в свое время — и да здравствует сосуществование в иерархии моделей!

Доктор медицинских наук
Ю. С. РОТЕНБЕРГ



Гипотезы

Космические истоки жизни

В 1924 г. в свет вышла книга А. И. Опарина «Происхождение жизни», в которой впервые рассматривалась добиологическая эволюция вещества. Согласно этой гипотезе, образование органических молекул, необходимых для построения простейших живых организмов, началось только на земле, а сам переход от неживого к живому произошел в водах первичного океана. Но за минувшие шесть десятков лет стало известно немало фактов, не укладывающихся в первоначальную схему. В частности, эти факты свидетельствуют о том, что жизнь следует рассматривать не только как земное, но и как космическое явление. Приведенные ниже материалы посвящены обсуждению этого вопроса.

Эволюция в цейтноте

Доктор геолого-минералогических наук
Г. В. ВОЙТКЕВИЧ

Нельзя сомневаться в том, что земная жизнь возникла в результате естественного перехода химической эволюции высокомолекулярных систем в эволюцию биологическую. Однако до сих пор остается нерешенным вопрос: в какой момент истории нашей планеты одна форма эволюции сменилась другой?

Авторы большинства гипотез о происхождении жизни допускают, что на протяжении 1—2 миллиардов лет после формирования из первичного газопылевого облака Земля была совершенно безжизненной и в это время на ее поверхности, в атмосфере и в древнем океане происходил медленный, но верный процесс абиогенного синтеза и накопления органического материала, послужившего затем основой для возникновения первых комочков жизни.

Значительно реже высказывались соображения о том, что жизнь на Земле зародилась гораздо раньше. Но эти гипотезы находят сегодня все больше и больше подтверждений, и с ними уже невозможно не считаться. Так, морфологические и геохимические следы древней жизни были обнаружены в горных породах, возраст которых достигает 3,5—3,8 миллиардов лет и даже более. В то же время, по современным оценкам, возраст Земли составляет около 4,55 миллиарда лет. Значит, уже довольно сложные автотрофные организмы типа сине-зеленых водорослей возникли на Земле всего лишь за какие-либо 500 миллионов лет после ее образования. Причем не исключено, что новые находки еще более сократят известный срок первичной эволюции вещества.

В пределе может оказаться так, что жизнь на Земле существует столько же времени, сколько существует и вся наша планета. Видимо, прав был академик В. И. Вернадский, когда писал более

50 лет назад: «Для нашей планеты эмпирически установлено существование жизни в самых древних нам доступных отложениях, на нашей планете известных. С другой стороны, нигде не нашли мы в биосфере горных пород, которые указывали бы на их образование в течение времени от отсутствия живого вещества»... Поэтому даже если не рассматривать всерьез экстравагантные гипотезы типа гипотез о панспермии или заселении Земли разумными пришельцами, то все равно, согласно современным данным о времени возникновения древнейших организмов-прокариотов, проблема происхождения жизни становится космохимической, а не только биологической и биохимической.

Рассмотрим несколько подробнее, какие химические процессы могли происходить на Земле в первое время после ее формирования. В 1953 году Г. Юри и С. Миллер, пропуская через смесь H_2 , NH_3 , CH_4 , H_2O и CO электрические разряды, получили множество органических соединений, в том числе и аминокислоты. Подобные же результаты были вскоре получены Т. Е. Павловской и А. Р. Пасынским, облучавшими такую же газовую смесь ультрафиолетовыми лучами, а потом и другими авторами, по-разному варьировавшими условия этого эксперимента, но получавшими сходные результаты. Сама же реакция образования органических азотсодержащих соединений из смеси газов под действием различных физических факторов получила название реакции Миллера — Юри.

Это было в то время, когда еще считали, что первичная атмосфера Земли состояла преимущественно из водорода, метана и аммиака. Однако Земля, как внутренняя планета, формировалась не в тех термодинамических условиях, в каких возникли планеты-гиганты Юпитер и Сатурн, и поэтому, по современным данным, подкрепленным результатами прямых анализов атмосфер Венеры и Марса, первичная атмосфера Земли должна была состоять преимущественно из CO_2 ; глубинные же газы Земли, выделяющиеся из разломов, содержат (и, по-видимому, содержали в древности) тот же CO_2 , пары воды, азот и летучие соединения серы.

То есть в первичной атмосфере Земли просто не было исходных веществ, необходимых для синтеза органических

соединений белкового характера по реакции Миллера — Юри.

В настоящее время получены убедительные данные о том, что абиогенный синтез первичных органических соединений, послуживших исходным материалом для биологической эволюции, мог происходить (и происходил) в условиях открытого космоса.

Например, недавно было показано, что реакции типа полимеризации способны протекать с заметными скоростями при температурах, близких к абсолютному нулю. Спектроскопическими методами в космическом пространстве уже обнаружено более полусотни органических веществ. Особенно же интересные результаты дало прямое изучение органических соединений, содержащихся в метеоритах типа углистых хондритов.

Углистые хондриты представляют собой черные или темно-серые камни, содержащие до 5 % углерода, входящего в состав довольно сложных углеводородов, карбоновых кислот и различных азотистых соединений — в том числе аминокислот, полипептидов, порфиринов и других молекул, подобных молекулам биологического происхождения; неорганические компоненты хондритов представлены минералами — главным образом гидратированными силикатами.

Близость органических веществ углистых хондритов веществам биологического происхождения оказалась настолько большой, что четверть века назад всерьез обсуждался вопрос о том, что эти метеориты могут считаться вестниками жизни, возникшей на каких-то других планетах или, быть может, даже в открытом космосе. Однако многочисленные исследования показали, что органические вещества углистых хондритов имеют абиогенное происхождение.

Казалось, что этот вывод успешно закрывает дискуссию. В действительности же одна проблема сменилась другой. Вопрос теперь ставится так: случайно ли, что в условиях абиогенного синтеза образуются вещества, родственные соединениям биологического происхождения? Ведь метеориты представляют собой осколки астероидов, и поэтому астероиды (а их состав, по-видимому, близок составу углистых хондритов) тоже должны содержать немалые количества органического материала.

Естественно, что органическое вещество астероидов не могло образоваться в условиях реакции Миллера — Юри. Наиболее вероятно, что метеоритные органические вещества возникли в результате реакций между углеродом и водой и последующего взаимодействия образовавшихся водорода и окиси углерода по реакции Фишера — Тропша:



Реакция этого типа протекает медленно даже при благоприятных термодинамических условиях; однако она резко ускоряется в присутствии катализаторов, которыми могут служить минералы, в частности подобные тем, которые присутствовали в первичном газопылевом облаке. Такие минеральные зерна, покрытые пленкой органического вещества, могли затем слипаться, образуя материал астероидов и углистых хондритов. Действительно, метеоритная органика имеет вид округлых частиц диаметром 1—3 микрон, в центре которых находятся ядрышки минералов.

Модельные эксперименты показали, что при температуре 150—500 °C в присутствии глинистых минералов CO, H₂ и NH₃ (который мог образоваться в результате взаимодействия азота и водорода) реагируют друг с другом, давая многочисленные органические соединения, в том числе и аминокислоты. Эти

реакции могут ускоряться также под влиянием ионизирующего излучения — как потоков космических лучей, так и продуктов радиоактивного распада. Наблюдаемые изотопные аномалии среди элементов, содержащихся в метеоритном веществе, указывают на то, что в молодой Солнечной системе находились большие количества системы радиоактивных изотопов с малым (по космическим меркам) временем полураспада. Поскольку ионизирующее излучение разрушает сложные органические молекулы, можно предполагать, что первичный органический материал обладал какой-то оптимальной степенью сложности; дальнейшее усложнение органических молекул смогло происходить лишь на поздней стадии эволюции вещества Солнечной системы, после окончательного формирования планет.

Таким образом, синтез сложных органических соединений как непереносимых предшественников жизни был совершенно закономерным процессом, начавшимся еще задолго до образования планет. На Земле для дальнейшего усложнения органики сложились благоприятные условия; в метеоритах же и на малых небесных телах химическая эволюция вещества оказалась как бы замороженной.

То есть мы еще не можем дать точный ответ на вопрос — когда и где зародилась жизнь, но нет сомнений в том, что химическая подготовка к ее зарождению началась задолго до образования нашей планеты.

Рождение биокосного тела

*Доктор биологических наук
Л. О. КАРПАЧЕВСКИЙ*

Широко известная гипотеза А. И. Опарина о возникновении жизни на Земле заключается в том, что эволюция органического вещества, приведшая к возникновению первых примитивных живых организмов, происходила в водах первичного океана. Вместе с тем еще полвека назад Н. Г. Холодный и В. Р. Вильямс высказали предположение, что жизнь могла возникнуть только в почве, в порах рыхлого минераль-

ного субстрата. В качестве важного аргумента в пользу этой гипотезы высказывалось соображение, что только твердые частицы могли защитить зарождающуюся жизнь от жесткого излучения Солнца.

Прежде чем обсуждать почвенную гипотезу возникновения жизни, необходимо уточнить — что такое почва.

Одна из основных современных концепций почвоведения, восходящая к идеям В. В. Докучаева и В. И. Вернадского, заключается в том, что почва представляет собой непереносимый компонент биосферы, возникший и развившийся одновременно с воз-

никновением и развитием жизни на Земле.

Согласно В. В. Докучаеву, почва представляет собой самостоятельное природное тело, возникшее в результате воздействия живых организмов и их останков на поверхностные слои горных пород; действительно, в отсутствие растений и животных из горных пород формируются лишь рыхлые наносы типа лунного реголита.

Высоко оценивая роль растений, П. А. Костычев, а за ним В. Р. Вильямс определяли почву как верхний слой земной коры, пронизанный корнями растений. Согласно этому определению, главное свойство

почвы заключается в ее плодородии, то есть в способности снабжать растения питательными веществами и водой. Таким образом, по Вильямсу, жизнь возникла не в почве, а в так называемом рухляке выветривания, то есть в допочвенный период: почва как таковая возникла позже биосферы.

К настоящему времени известно более сотни типов почв. Но у всех почв есть одна общая особенность, объединяющая их в одно «биокосное тело» (по В. И. Вернадскому) и позволяющая ее называть царством, подобно царству животных и растений. Эта особенность — обязательное присутствие в почве органического вещества, так называемого гумуса.

Состав почвенного гумуса сложен и до сих пор до конца не расшифрован: почвенный гумус состоит из гуминовых кислот, фульвокислот, гуминов и ряда других соединений. Кроме того, в состав органического вещества почвы входит большой набор ароматических соединений, липидов, аминокислот, органических кислот и их производных. И так же как минеральные компоненты почвы содержат в тех или иных количествах практически все элементы Периодической системы, так и среди органических веществ, содержащихся в почве, можно найти органические соединения практически всех классов.

Гумус — основа плодородия почвы.

Чем больше гумуса, тем при прочих равных условиях выше урожай; в свою очередь, чем больше растительной органики попадает в почву, тем больше в ней образуется гумуса. Иначе говоря, спор на тему о том, что возникло раньше — почва или жизнь, так же бесплоден, как и спор о том, что было раньше — курица или яйцо...

Сейчас почва и жизнь образуют неразрывное целое, и надо признать, что протопочвы, состоящие из смеси минерального и органического субстратов, должны были сформироваться, так сказать, накануне возникновения жизни на Земле.

Действительно, органические вещества, растворенные в природных водах, должны были в них неизбежно задерживаться, поскольку многие минералы обладают высокой способностью к сорбции. Такие минералы удерживают не только органические молекулы, но и воду, а также различные ионы, играя роль своеобразной матрицы.

Именно на поверхности минералов и мог происходить процесс, без которого жизнь не могла бы возникнуть — процесс концентрации исходного органического материала и образования первых надмолекулярных комплексов, способных к самостоятельной эволюции. Современные исследования М. М. Дергачевой и И. М. Гаджиева показыва-

ли, что гумус образует на поверхности минералов своеобразные структуры, способные к последующему самовоспроизведению; А. Д. Фокин установил, что отдельные блоки гумуса способны к обмену с веществом окружающей среды, то есть демонстрируют способность гумуса участвовать в процессах, представляющих важнейшую черту жизни. Вместе с тем закрепление органического вещества на минеральной матрице делает его более устойчивым к внешним воздействиям и создает благоприятные условия для формирования сложных структур. Так, по исследованиям Д. Г. Звягинцева, ферменты, сорбированные почвой, разрушаются медленнее, чем ферменты, находящиеся в растворе в свободном состоянии.

Иначе говоря, на поверхности минеральных частиц способны самопроизвольно возникать молекулярные образования, обладающие важнейшими признаками живого; возможно, что именно этим объясняется значительное постоянство состава гумуса в почвах с одной и той же минеральной основой. Поэтому протопочва (минеральный субстрат с адсорбированным на нем органическим веществом и солями) могла обладать способностью к последующей химической эволюции, приведшей к образованию жизни, развивавшейся затем по особым биологическим законам.

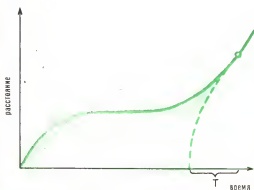
Вселенная может быть старше

В. Ю. КАЗНЕВ

По современным данным, Вселенная возникла 10—20 миллиардов лет назад в результате Большого взрыва, наша Земля образовалась около 4,5 миллиардов лет назад,

а возраст жизни оценивается в 3,8 миллиарда лет. Вместе с тем нескольких сотен миллионов лет, остающихся на первичную эволюцию вещества, завершившуюся образованием первых живых организмов, явно недостаточно, тем более что, по некоторым данным, первые следы жизни возникли на нашей планете 4,2 миллиарда лет назад. Следовательно, либо жизнь обладает способностью к стремительному (разумеется, в геологических масштабах времени) самозарождению, либо Вселенная и наша Земля много старше, чем мы думаем. Но как тогда примирить этот вывод с космологией?

Ключом к решению этой проблемы мо-



Возраст Вселенной (T), определенный с помощью постоянной Хаббла, может не соответствовать ее истинному возрасту

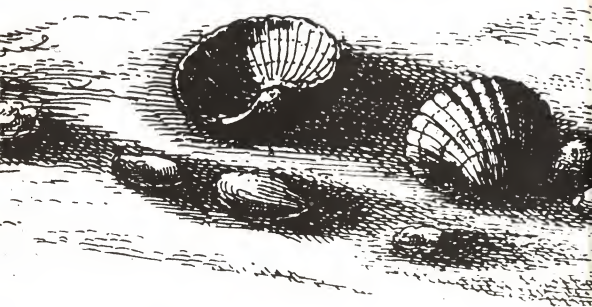
жет служить гипотеза, высказанная еще в 1917 году А. Эйнштейном. Находясь в плену предвзятой идеи о неизменности (и, следовательно, вечности) Вселенной, он ввел в уравнение теории относительности, описывающее поведение мира в целом, член, получивший название космологической постоянной. Эта постоянная учитывала существование во Вселенной сил отталкивания, уравновешивающих силы тяготения и препятствующих изменению расстояний между галактиками. После работ А. А. Фридмана (1922—1924 г.), доказавшего, что вещество Вселенной не может находиться в покое, и открытия Э. Хабблом красного смещения (1929 г.) необходимость в космологической постоянной отпала. Но как показал последующий строгий анализ, космологическая постоянная входит в уравнения на правах постоянной интегрирования и ее равенство нулю само еще требует доказательств на основе результатов наблюдений. А последние говорят лишь о том, что космологическая постоянная не превышает $2 \times 10^{-55} \text{ см}^{-2}$, и поэтому нельзя считать абсолютно бесспорным отсутствие сил оттал-

кивания. В результате космологическая постоянная время от времени привлекается при обсуждении новых фактов, плохо укладывающихся в стандартную теорию Большого взрыва. В нашем же случае существенно, что возможное существование сил отталкивания способно значительно увеличить оценки времени существования Вселенной и, таким образом, вывести биологическую эволюцию из цейтнота.

Сегодня возраст Вселенной определяют, экстраполируя наблюдаемый разлет галактик, скорость которого определена по красному смещению, в прошлое (см. рисунок): время, необходимое галактикам для того, чтобы соединиться в одной точке, как раз и считается возрастом Вселенной. Но если силы отталкивания существуют, то картина расширения Вселенной будет иной.

В начале этого процесса, когда плотность вещества значительна, силы тяготения тормозят расширение. Затем, с понижением плотности вещества, силы тяготения сравниваются с силами отталкивания, в результате чего расширение задерживается — наступает так называемая квазистатическая фаза, выражаемая на графике горизонтальной прямой, которая может продолжаться 100—200 миллиардов лет. Наконец, рано или поздно равновесие нарушается, верх берут силы отталкивания, и Вселенная начинает расширяться ускоренно.

Таким образом, отличие космологической постоянной от нуля может примирить космологию с биологией: огромная продолжительность квазистатической фазы как раз и позволяет объяснить возможность превращения неживого вещества в живое. И наоборот: само существование жизни может расцениваться как аргумент в пользу того, что космологическая постоянная не равна нулю и в природе существуют силы отталкивания, столь же фундаментальные, сколь и силы всемирного тяготения.



Таинственная сверхосушка

Химия — наука точная, но есть у нее и свои легенды. Мало кто может, к примеру, указать точную ссылку на журнал, в котором описан опыт с металлическим натрием, способным будто бы при определенных обстоятельствах безмятежно лежать в атмосфере хлора, или условия, в которых бензол при атмосферном давлении ухитряется кипеть не около положенных ему 80°C , а повыше, чем вода.

Тем не менее туманные сведения о подобных наблюдениях с давних пор циркулируют в популярной литературе, и это порождает естественное желание докопаться до истины.

Единственное, на что указывают, повествуя об этих невероятных фактах: магическая роль воды, якобы способной даже в малейших количествах начисто сорвать опыт, вернуть ход событий на унылые обывденные рельсы.

Наблюдал ли кто-нибудь это на самом деле?

Оказывается, нет. Сведения о неспособности натрия реагировать с абсолютным хлором восходят к 1869 году (проверял ли их кто-нибудь с тех пор?), а вот с бензолом, кипящим при 106°C , — история более любопытная, и притом не такая уж давняя.

Зацепка, позволившая «выйти» на нее, нашлась в известном справочнике по физической химии Х. Ландольта и Р. Бёрнштейна. В 1-м томе его 5-го издания на с. 359 указано: температура кипения N_2O_3 после многолетней осушки над фосфорным ангидридом повышается с -2 до $+42,5-43^\circ\text{C}$. Дана и ссылка на исходную публикацию: Baker, Baker, *Journ. Chem. Soc.*, **101**, 2339 (1912).

В указанном журнале — почтенном издании Британского химического общества — действительно нашлась небольшая, на трех страницах, статья с опи-

санием необычных, весьма тщательных экспериментов. Впоследствии удалось разыскать и краткую биографию ее автора, написанную в 1963 г. его коллегой и соотечественником У. Фарраром.

Герберт Б. Бейкер родился в 1862 г. в семье англиканского священника. Образование получил в Манчестере и Оксфорде. Потом преподавал химию в колледже, отдавая свободное время исследованиям. Результаты их, публикуемые в авторитетных научных журналах, показались коллегам настолько значительными, что в 1902 г. Бейкер был избран членом Королевского общества (по остроумному замечанию Фаррара, «времена, когда школьный учитель мог стать академиком, кажутся нам теперь столь же далекими, как эпоха крестовых походов»).

Год спустя Бейкер стал преподавать в Оксфорде, а с 1912 г. и вплоть до отставки в 1932 г. служил профессором и деканом химического факультета в лондонском Имперском колледже. Умер в 1935 г.

Удивительная статья 1912 г. написана им совместно с женой, Мюриел Бейкер (потому-то в ссылке, даваемой справочником, и повторена дважды одна и та же фамилия, инициалов же там не приводят). Название статьи: «Изменение температур кипения триоксида и тетроксид азота после их осушки». Повод для ее написания был также не совсем обычный: профессор А. Смит в частной беседе как-то сказал Бейкеру, что, по его наблюдениям, летучесть каломели меняется в зависимости от ее влажности. Бейкер с женой припомнили, что им тоже приходилось наблюдать нечто подобное. Они стали рыться в своих старых лабораторных журналах (вот еще один пример, показывающий, сколь вреден бытующий ныне обывай по прошествии некоторого времени такие журналы выбрасывать).

Поиски, хотя и не сразу, привели к успеху: оказалось, что похожее явление Бейкеры наблюдали, изучая плотность паров не каломели и даже не хлористого аммония, как им поначалу казалось, а оксида азота (III): в журналах были зафиксированы два случая, когда он после тщательной осушки закипел при $+15^\circ\text{C}$.

Был поставлен опыт — тщательный, дотошный: отыскав в своей коллекции ампулку, в которой оксид был запаян

с фосфорным ангидридом еще в 1909 г., Бейкеры со всей тщательностью высушили особо сконструированный для опыта прибор не только изнутри, но и снаружи, а потом, выдержав в нем вещество вместе с тем же фосфорным ангидридом — сильнейшим из известных тогда осушителей — в течение трех месяцев, обломили под слоем ртути его оттянутый кончик и тем самым привели давление к атмосферному, составлявшему на тот момент 747 мм рт. ст.

Вот тогда-то и был получен упомянутый выше поразительный результат. Вещество не закипело ни при -2° , ни при 15°C . Чтобы добиться кипения, его пришлось с помощью масляной бани нагреть до $42,5^{\circ}\text{C}$!

Аналогичный, столь же аккуратный опыт с N_2O_4 дал результат не менее фантастический: вместо $21 - 69^{\circ}\text{C}$.

Тривиальное, лежащее на поверхности объяснение, сводящее результат к давно известному явлению перегрева (жидкость не закипает при температуре, сильно превышающей ее законную точку кипения, когда из нее удалены растворенные газы), Бейкер сразу и решительно отменил. Ведь при перегреве жидкость, когда она, наконец, закипает, как бы взрывается, ее нещадно «бросает», это известно всякому, кто хоть раз сталкивался с перегонкой. У него же оксиды азота кипели ровно, спокойно, без малейших толчков. Нет, не в перегреве дело, заключил он в первой своей статье, посвященной «интенсивной осушке», а в том, что вещества при полном отсутствии воды способны к образованию особых межмолекулярных ассоциатов, комплексов, на разложение которых требуется дополнительная тепловая энергия.

Конечно, объекты, волею случая выбранные поначалу, для доказательства подобной теории были не очень-то пригодны, ибо им присуща склонность не столько к ассоциации, сколько, наоборот, к диссоциации при нагревании. Диссоциации, приводящей к образованию «половинок» молекул — NO и NO_2 . Теорию следовало проверить, взяв в работу другие, не диссоциирующие жидкости. Но сколько же времени ждать, пока они просохнут до нужного предела...

Бейкер начал подготовку к новым опытам, запаяв в ампулы широкий набор

веществ от брома и ртути до пропилового спирта (те из них, которые с фосфорным ангидридом реагируют, содержались без прямого контакта с ним — влага «выкачивалась» через паровую фазу). Но тут вмешалась война, надолго отодвинувшая момент, когда ампулы удалось вскрыть. Бейкеру пришлось заняться проблемами, очень далекими от привычных его интересов, в частности, разработкой противогазов. Впрочем, вынужденный перерыв оказался для его экспериментов благотворным: когда до этих сосудов наконец удалось добраться, — а случилось это лишь в 1922 году, — в руках Бейкера оказались такие «сверхсухие» жидкости, каких до него, вероятно, не видел ни один химик.

И вот ампулы со всеми мыслимыми предосторожностями вскрыты, их содержимое перенесено в строжайше высушенный прибор, позволяющий измерять температуру как в недрах перегоняемой жидкости, так и прямо над ней, в паровой фазе. Результаты — поразительные: бром — 118°C (59,2; здесь и далее в скобках обычная температура кипения, взятая из справочника); ртуть — 420 (356,6); гексан — 82 (69); бензол — 106 (80,1); сероуглерод — 80 (46,2); диэтиловый эфир — 83 (34,5); этиловый спирт — 138 (78,5); пропиловый спирт — 134 (97,4).

Гипотеза Бейкера, казалось, торжествовала: все испытанные жидкости дружно демонстрировали недвусмысленное, крупное превышение температуры кипения, да притом кипели, как он то особо подчеркивал, спокойно, без толчков. Мало того, почти во всех случаях, когда к ним открывался доступ обычного, не высушенного воздуха, показания погружного термометра быстро становились обычными, ничем не примечательными. Была в этом, правда, и своя каверза. Бейкер честно признавал, что термометр, омываемый паром на высоте всего 2 см над жидкостью, во всех случаях показывал нечто заурядное, его данные превышали привычные величины не более чем на два градуса. Другое противоречие: бензол, высушенный «по Бейкеру», упорно не хотел кипеть, как положено, не только после контакта с воздухом, но даже тогда, когда его наливали поверх слоя кипящей воды.

В последний факт было очень трудно поверить, хотя, по некоторым сведениям,

Бейкер демонстрировал такой опыт публично. Какие же мощные связи должны были образоваться между молекулами углеводорода, чтобы их не смогла разрушить даже кипящая вода?

Он продолжал свои опыты еще семь лет. Измерял плотность «сверхсухих» жидкостей (она оказалась самой обычной), потом поверхностное натяжение, плотность паров (здесь удалось обнаружить некоторые аномалии). В 1928 г. Бейкер конкретизировал свою теорию. Теперь он считал, что в жидкостях, высушенных обычными способами, вода присутствует не в виде отдельных молекул, а образует микроскопические капли — и вот они-то путем «электростатического воздействия» разрушают ассоциаты, существующие в абсолютно чистых, сверхсухих средах.

Был проведен еще один опыт: бензол, высушенный традиционным методом и кипящий при 80 °С, поместили между двумя платиновыми электродами, на которые в течение нескольких часов подавалось напряжение 400 В. Таким приемом это самое электростатическое действие будто бы удалось частично устранить, и бензол начал кипеть при 91 °С. Кипение, снова подчеркивал Бейкер, было спокойным.

Этот успех, однако, оказался последним. Подошел срок для контрольных опытов, которые по определению нельзя было поставить ранее, чем спустя несколько лет после сенсационных публикаций 1922 г. И вот что оказалось. Бензол и четыреххлористый углерод, сушившиеся над P_2O_5 в течение 4,5 лет, кипели у оппонентов при самых обычных температурах.

Бейкер успел еще возразить, что его методика соблюдалась не во всей строгости — жидкость, мол, нагревали не внешней баней, а погруженной прямо в нее платиновой спиралью. Но тут на его теорию обрушился новый, куда более тяжелый удар. В 1929 г. С. Ленер обнаружил, что, нагревая бензол баней, можно действительно добиться того, что он перегоняется — совершенно спокойно, ровно — при температуре, почти на 30° превышающей норму. Одна беда: для своего опыта Ленер не прибегал ни к экстраординарной, ни даже к самой обычной осушке. Перегонял заурядный бензол, взятый из бутылки...

После этого сторонники Бейкера (в их числе и его старый знакомый А. Смит,

натолкнувший в свое время коллегу на идею его многотрудных экспериментов) стали быстро терять энтузиазм. Вскоре Бейкер ушел в отставку, а затем умер. Об открытии было им таинственным эффектом стали быстро забывать, он не оставил следов даже в лабораторном фольклоре. И только самые памятливые популяризаторы порой еще рассказывают о таинственном воздействии «сверхосушки» на физические свойства жидкостей.

Забвение оказалось настолько быстрым, что никто уже не проверял: а чем черт не шутит, может, на другой жидкости, не на бензоле, наблюдение английского профессора и подтвердится? Справедливости ради надо сказать, что за прошедшие полвека с лишним сотни химиков перегоняли всевозможные растворители, в том числе высушенные агентами посильнее фосфорного ангидрида, например гидридами металлов, — и никто ничего такого не заметил.

На этом, пожалуй, можно было бы поставить точку, но удовлетворит ли такой итог взыскательного читателя? Как отмечал упоминавшийся выше Фаррар, трудно поверить, что столь квалифицированные химики все как один ошибались (были же и опыты, подтверждавшие наблюдения Бейкера!). И хотя современная теория не оставляет жидкостям возможностей для образования столь прочных ассоциатов, все же исчерпывающей-то экспериментальной проверки не было. Поэтому закончить, пожалуй, уместнее изречением известного физикохимика С. Хиншелвуда: «Как показывает опыт, ситуация здесь аналогична той, которая, как мы слышали, обычна у физиков: в их работах большую часть сомнительных данных можно исключить, но часто остается маленький упрямый фактик, с которым не так-то просто справиться».

Что же открыл старый добросовестный химик Г. Б. Бейкер? Необъяснимый эффект «сверхосушки» или всего лишь особый, бейкеровский способ перегревать жидкости? Возможно, кто-то из читателей этой статьи тоже сталкивался в практике с чем-то похожим. Сталкивался — и помалкивал. Ведь о таких вещах в научный журнал не напишешь, разве что в популярный...

М. СТЕРНИН



Грузоподъемность — десятки миллионов тонн

По сообщению Регистра СССР, на 1 января текущего года морской флот нашей страны насчитывал 7676 судов валовой вместимостью 24 441 553 рег. т и действовал 27 611 323 т («Морской флот», 1986, № 6, с. 14). В их числе 2277 сухогрузов, 417 наливных и 2648 рыболовных судов. Последние принадлежат в основном Минрыбхозу, однако Минморфлот также владеет одним, а Мингазпром — двумя рыбачьими пламерами. Их валовой вместимостью 320 и 154 т соответственно.

Водород, намазаный на хлеб

Заголовок если и преувеличивает, то самую малость: каждая тонна пищевого саломаса, идущего на изготовление маргарина, достается ценной связывания 55—60 м³ водорода, затраченного на гидрирование растительного масла. И даже если

не учитывать саломас технических, потребляющий на тонну еще больше легчайшего из газон, все равно оказывается, что вместе с продукцией маргаринного производства (1400 тыс. т в 1985 г.) мы намазали на хлеб громадное количество H₂. Вот почему техническое перевооружение электролизных цехов, нередко работающих на давно устаревшем оборудовании, — одна из актуальнейших задач отрасли, сообщает журнал «Масложирова промышленность» (1986, № 3, с. 15).

Цитата

Та высокая волна ответственности за качество строительства, которая очень ощутима в центральных аппаратах наших министерств, по мере движения в главки, объединения, тресты, строительные управления, бригады и звенья теряет силу. В этом убеждаясь, наблюдая работу бригад на трассе. (...) За плохое качество, как правило, наказывают руководителей трестов, управлений, а не исполнителей, которые остаются в стороне. В условиях довольно больших зарплаток такая безответственность только развращает людей.

Ю. Н. АРТАСОВ
(Главохознадзор СССР).
«Строительство трубопроводов», 1986, № 6, с. 12

Алкогольное досье



Длительное регулярное потребление этанола обостряет течение диабета.

По данным исследования, проведенного на близнецах, наследственный фактор влияет на объем и частоту употребления этанола, но не на склонность к приему чрезмерно больших его доз и к формированию тяжелого злоупотребления.

В эксперименте на группах обезьян с хорошо установленной иерархией введение доминирующим особям этанола в малых дозах (0,1—0,6 мг на 1 кг веса) увеличивало, а в больших (1 г/кг) уменьшало число проявлений агрессивного поведения; особи же подчиненные после введения им этанола чаще делались объектами агрессии со стороны других членов группы.

В отличие от больших алкоголизмом, экспериментальные животные при условии возможности свободного выбора всегда в состоянии ограничить употребление этанола относительно безопасными дозами.

По данным американских специалистов, наиболее эффективная мера борьбы с вождением автомобиля в нетрезвом виде — повышение вероятности наказания (в частности, расширение сети патрулей и пунктов проверки трезвости).

По материалам РЖ
«Наркологическая токсикология»

Никотин против никотина

Или, если говорить точнее, 30 %-ный раствор никотина против того же вещества в табачном дыме. Специалисты из Лос-Анджелеса наносили малое количество такого раствора на кожу зажимных курительщиков, мужчин и женщин. При этом в течение полутора часов концентрация никотина в крови возрастала более чем в полтора раза, что, в свою очередь, притупило желание выкурить очередную сигарету. Когда же курительщик наконец аккуривал, то первые затяжки оказывались существенно более слабыми, чем обычно («Clinical Pharmacology and Therapeutics», 1985, т. 38, № 4).

Трудно сказать, получит ли такой способ лечения признание у врачей-наркологов, однако выглядит он заманчиво: смазать кожу раствором совсем нехлопотливо. Если бы широкий эксперимент подтвердил эффективность...

Прогнозы

С помощью прогрессивных технологических процессов удастся увеличить в 1990 г. по сравнению с 1985 г. переработку алюминия в 2,7, алюминиевых шлаков в 3,6, крупногабаритного лома — в 9 раз.

«Центные металлы», 1986, № 6, с. 6



Радионизотопное исследование образцов лунного грунта привело к неожиданному результату. Получилось, будто Луна старше нашей планеты, да и всей Солнечной системы, в 2—3 раза («Радиохимия», 1986, № 3, с. 289). Чтобы выйти из неудобного положения, амери-

канские исследователи предложили гипотезу о роковой роли радиоактивного свинца, будто бы попавшего на Луну вместе с метеоритами во времена ее молодости. Однако этого самого ²⁰⁶Pb в лунном грунте не нашли и следы. Ныне предложено другое, еще более интригующее объяснение: расхождение дат связано с тем, что за это время... изменилась скорость радиоактивного распада.

Если меняется и она — то что же тогда на нашем свете постоянно?

В полете — макромолекулы

Масс-спектрометрия — метод прекрасный, пользующийся заслуженной популярностью, но способный исследовать лишь такие вещества, которые испа-

ряются. Ну хотя бы при сильном нагреве, в высочайшем вакууме. Как правило, однако, добиться испарения, не разрушая молекулы, удается, если их масса не превышает 10 тыс. Но как же быть с полимерами?

До сих пор удовлетворялись изучением осколков. Отныне, возможно, так скромничать не придется: «потоком» метода по массам можно поднять сразу на два-три порядка («Доклады АН СССР», 1986, т. 288, № 3, с. 654). Применив сверхбыстрый лазерный нагрев полимера, нанесенного тонким слоем на фольгу, исследователи из московского Института синтетических полимерных материалов зафиксировали не только ионы, соответствующие его молекулярной массе (около 200 тыс.), но и еще куда более «грузные» частицы, до 6 млн., вероятно, межмолекулярные ассоциаты.



ПРОТНОЗЫ

Выработка кондитерских изделий на душу населения в нашей стране превысит к 1990 г. норму, рекомендованную Институтом питания АМН СССР. Поэтому дальнейшая работа кондитерской промышленности сможет направляться только на улучшение ассортимента.

*Хлебобулочная и кондитерская промышленности», 1986, № 6, с. 3



Пароходные экипажи необыкновенно улучшены в наше время. Простота и малосложность механизма особенно поразили знатоков: взрывов опасаться вовсе не было: они не могут причинить почти никакого вреда. В первом курсе опыты паровозной карета несколько раз проезжала вдоль Парижских бульваров; одна из труб лопнула, и машина тотчас остановилась; в ту же минуту труба была заменена другой, и экипаж продолжал свою поездку.

*Журнал мануфактур и торговли», 1836, № 12

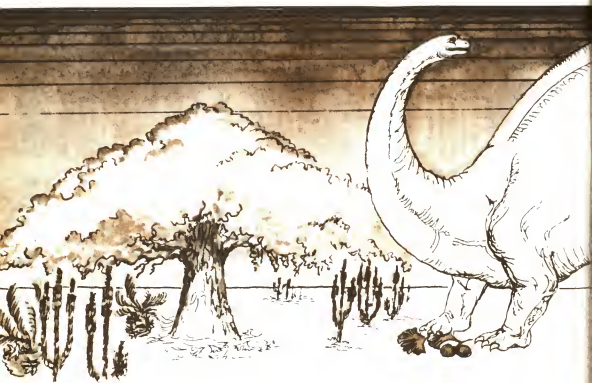
Снаряд, измеряющий число кубических футов газа, сожигаемое каждым потребителем в известное время, тоже очень полезен. Если б везде, где употребляется газ, были введены подобные газосчетчики, то каждый из потребителей платил бы только за то количество газа, которое было им сожжено, а поставщики газа могли бы продавать его дешевле, ибо они не терпели бы тогда тех огромных количеств этого горючего материала, которые ныне выпускаются потребителями в воздух, потому что они ничего не стоят.

*Журнал мануфактур и торговли», 1836, № 3

Явствует (...) из германской статистики, что в 1876 году под влиянием алкоголя были совершены следующие относительные количества различных преступлений:

- 46 % всех преступлений против личности,
- 63 % всех убийств и увечий со смертельным исходом,
- 77 % всех проступков и преступлений против нравственности,
- 54 % всех преступных нарушений семейного спокойствия.

*Жизнь», 1897, № 15



Живые лаборатории

Гинкго — «серебряный абрикос»

В современном растительном мире это чуть ли не единственное растение, которое одно представляет собой и вид, и род, и семейство. Какое тягостное одиночество! А ведь были и другие времена...

Ископаемые останки самого древнего из гинкговых обнаруживаются еще в пермских отложениях палеозоя — их возраст почти 300 млн. лет. В те годы климат на Земле стал заметно изменяться. Постепенно уменьшалась влажность, холодало, и гигантским папоротникам, господствовавшим на планете, пришлось потесниться. Они начинают переселяться в теплые, менее засушливые края. А в умеренной зоне ведущие позиции захватывают голосеменные растения с гинкговыми во главе, которые достигают расцвета около 200 млн. лет назад. Геологические наслоения того периода переполнены отпечатками листьев различных гинкговых. Ежегодно опадая, они накапливались в течение тысяч и тысяч лет, оставляя богатейший материал для изучения растительного мира давно минувших дней. Обилие таких окаменевших остатков и позволяет утверждать, что именно гинкговые были основной листопадной лесооб-

разующей породой умеренной полосы всего северного полушария. Находят их на Украине и в горах Урала, в Испании и на Аляске, в Польше и Гренландии, даже на Шпицбергене.

И росли бы себе гинкговые да процветали, если бы не грянули новые климатические катаклизмы: приближался ледниковый период. Здесь уже и они не сумели выстоять. Ко второй половине мелового периода от всего их обилия остался только один род — гинкго, а к концу мезозойской эры, где-то около 80 млн. лет назад, и он полностью вымер. Во всяком случае, так до начала XVIII столетия считали все ботаники Европы. Каково же было их удивление, когда в 1730 г. врач голландского посольства в Японии Э. Кемпфер прислал на родину семена, а затем и образцы «живых ископаемых»! Это он дал растению название «гинкго», заимствовав его из жаргона японских торговцев семенами, а несколько позже под этим же именем Карл Линней ввел уникальное растение и в научную литературу.

Если европейцы познакомились с гинкго довольно поздно, то народам Востока это дерево известно с незапамятных времен. Его считали священным, дарующим плодородие, его высаживали вокруг буддийских храмов, заботливо оберегали и охраняли. И не случайно легенды говорят, что гинкго спас от вымирания именно человек. Сейчас известен лишь один-един-



ственный адрес естественного произрастания гинкго — это Восточный Китай, горы Тянь-му в бассейне Янцзы.

Гинкго — растение голосеменное, оно родни нашему можжевельнику или сосне, однако ни иголок, ни шишек не имеет. Его плоды вырастают прямо на кончиках тонких веточек; они крупные, очень похожие по форме на сливу или абрикос — в переводе с японского «гинкго» и означает «серебряный абрикос». Снаружи плод окружен толстой, сочной, мясистой оболочкой, которая к осени приобретает красивый янтарно-желтый цвет. Только запах у нее неприятный. Особенно удушающее зловоние распространяют при гниении опавшие плоды, поэтому местное население старается побыстрее закопать их поглубже в землю. Отталкивающий запах оболочки плодов гинкго объясняется присутствием в ней значительного количества масляной кислоты — той самой, которая содержится в прогорклом сливочном масле.

Внутри крупной белой косточки гинкго находится ценное семя. Эти семена в Японии и Китае считаются деликатесным блюдом. И неудивительно, что здесь гинкго разводят даже как плодородное дерево. Применяются плоды гинкго и в восточной медицине — для лечения многих недугов. Древесина его, мягкая и податливая, легко обрабатывается и используется в кустарном производстве. Находит она и другое приме-

нение — ее запах отпугивает бабочек-вредителей. А особенно многообразную службу несут листья гинкго: положенные в книги, они предохраняют их от вредных насекомых; брошенные в воду, помогают уничтожать сорную рыбу перед вселением ценных ее пород; переработанные в лекарственные препараты, дают эффективное средство лечения периферических кровотечений. Листья гинкго богаты гликозидами флавонолов кемпферола и гинкгетина, есть в них и алкалоиды.

Гинкго — растение двудомное, и обычно, как это и положено в таких случаях, в размножении участвуют два дерева, мужское и женское. Но бывает в жизни и такое: не оказывается рядом мужского дерева. И тогда — что поделаешь! — женское самостоятельно образует семена. Вынужденная самостоятельность покупается дорогой ценой: процент всхожести у «беспорочно зачатых» семян значительно ниже. А вообще плоды гинкго прорастают очень быстро.

Зрелости дерево достигает к 25—30 годам — только в этом возрасте можно определить, какой перед нами экземпляр: мужской или женский. А выбор пола совсем не безразличен, если вспомнить о неприятном запахе плодов гинкго. Вот потому и удобнее расселять дерево при помощи черенков: всегда известно, «кто есть кто», и можно выращивать только мужские экземпляры, которые, естественно, плодов не дают.

(Как тут не вспомнить очень похожую судьбу нашего тополя с его надоедливым пухом?)

Во многих странах гинкго культивируют как декоративное дерево. После его открытия европейцами оно стало предметом вожделения каждого уважающего себя ботанического сада. В 1818 г. появилась эта диковинка и в России — в Никитском саду. Благодаря такому интересу к гинкго дерево вскоре расселилось и во многих парках субтропических и теплых зон Европы и Северной Америки, как бы восстанавливая свои давнишние владения.

В европейской части нашей страны гинкго хорошо растет и дает всхожие семена до широты Киева, выдерживает климат Белоруссии и Прибалтики. Один экземпляр, например, растет в центре Таллина, на улице Сюда, и надо сказать, что таллинцы, известные своим бережным отношением к природе, проявляют большую заботу и об этом дереве-уникуме: в ходе предстоящей реконструкции района место, где оно растет, намечено соединить с расположенным напротив сквериком и весь этот участок улицы сделать пешеходным.

Неплохо переносит гинкго и морозы: даже под Москвой дереву, растущему в открытом грунте, достаточно на зиму лишь небольшой защиты. А в комнатных условиях его можно вырастить даже на Крайнем Севере.

Для озеленения южных городов гинкго очень перспективен. Он великолепно себя чувствует в условиях задымленности, без особых неудобств переносит пыль, неприязнителен к почве, устойчив к грибковым

и вирусным болезням, почти не боится насекомых. К тому же это дерево-долгожитель: отдельные экземпляры достигают двухтысячелетнего возраста, вытягиваясь в высоту до 40 м при диаметре ствола до метра.

Гинкго — очень эффектное дерево: коричнево-серый ствол непривычной конической формы, длинные изогнутые ветви, нарядные, светло-зеленые летом и ярко-желтые осенью листья.

У листа гинкго неповторимое жилкование: словно тонкие лучики, расходятся жилки веером во все стороны, не разветвляясь. Да и форма листа необычна. У молодого гинкго его плоскость как бы составлена из нескольких лопастей, соединенных у основания; в точности такие листья были и у древних вымерших гинкговых. Лопастей бывает до восьми, но с годами они сростаются и остается их всего две (чему гинкго и обязан своим видовым названием: *Ginkgo biloba*, то есть «гинкго двулостный»).

Часто пишут, что лист гинкго похож на небольшой полуоткрытый веер или на опахало с длинной ручкой. Правда, сейчас веера и опахала вышли из моды, и такие сравнения выглядят не совсем современно. Но возможные и другие параллели. Например, великому поэту и натуралисту Иоганну Вольфгангу Гёте лист гинкго, похожий на сердце, напомнил двух любящих неразлучных существ, тесно прижавшихся друг к другу. Это сравнение вряд ли когда-нибудь устареет...

Б. СИМКИН

Информация



В СОВЕТЕ МИНИСТРОВ СССР

Постановлением Совета Министров СССР № 315 от 10 марта 1986 г. утверждены таксы для исчисления размера взыскания за ущерб, причиненный живым ресурсам экономической зоны СССР, а также запасам анадромных видов рыб (приходящих на нерест из морей в реки), образующимся в реках СССР, за пределами экономической зоны СССР, в результате их незаконной добычи гражданами СССР, иностранцами и физическими лицами. Согласно этому постановлению, за незаконный вылов одного экземпляра белуги или калуги (независимо от размера рыбы) взыскивается 400 р., других осетровых рыб — 100 р., семги, ильмы, чавычи, лосося — 75 р., нерки, кеты, горбуши, сима, кижуча — 30 р., палтуса, камбалы-калькина —

25 р., зубатки, акулы — 20 р., угря — 10 р., трески, пикши, сайды — 5 р., камбалы (кроме калкана), морского языка, сельди, скумбрии, угольной, лемонемы, пристипомы, макруруса, морского окуня, минюги — 3 р., кефали, минтая, терпуга, наваги, сайры, морского налима, ската — 2 р., бычка, корюшки, мойвы, сайки, других рыб — 1 р., гренландского, синего, серого, горбатого кита, финвала — 50 000 р., сейвала, кашалота — 25 000 р., косатки миике, других китов — 10 000 р., калана — 1000 р., моржа — 900 р., морского котика — 600 р., сивуча, тюленя-монаха, белухи — 500 р., гренландского тюленя, морского зайца, хохлacha — 300 р., серого тюленя — 210 р., крылатки, ларги — 150 р., островного тюленя — 130 р., кольчатой нерпы — 120 р., дельфина — 100 р.; осьминога — 5 р., кальмара, каракатицы — 2 р., креветки — 1 р.

От ситро до гвинисы

На горе над старым Тбилиси высится многометровая фигура монумента «Мать-Грузия». Стройная женщина в серебристом платье до пят держит в одной руке чашу — для друзей, в другой меч — от врагов...

Усомниться в том, что чаша алюминиевой красавицы заполнена знаменитым грузинским вином, мне и в голову не приходило до тех пор, пока неподалеку от ее подножья не попал в удивительный, единственный в своем роде магазин-кафе «Тбилисские воды», или, неофициально, «Воды Лагидзе».

За неполный рубль тут и жажду утолишь, и перекусишь с удовольствием: горячие хачапури с водой Лагидзе — лакомство редкое. Удовольствие получишь и от благородного интерьера, и от стилизованной, а вместе с тем удобной мебели, и от прекрасного вида на старый город. И еще — от культуры обслуживания и культуры общения. И от безалкогольных напитков, по существу, от газировки с сиропом. Но каким!

Выбор сиропов у стойки богат, но, как я заметил, грузины чаще всего берут графины, в которых газировка облагорожена смесью сливочного и шоколадного сиропов. Напиток непрозрачен не только от газовых пузырьков, но и от взвеси содержащихся в сиропе веществ.

Над лестницей большой фарфоровый медальон с бронзовой надписью: «Митрофан Лагидзе — основоположник промышленного производства фруктовых вод в Грузии начала XX века. Создатель уникальных национальных безалкогольных напитков «Мята», «Тархун», «Кахури», «Лимонад» и других. Его оригинальные фирменные сиропы «Сливочный» и «Шоколадный» производятся только в Тбилиси».

Вот в такие бутылки разливали в начале века воды Лагидзе. На колпачке — изображение «Матери-Грузии», какой представлял ее безвестный художник того времени



МИТРОФАН ЛАГИДЗЕ, ЕГО РОД, ЕГО ДЕЛО

Лично я про воды Лагидзе узнал лишь прошлой зимой, когда газета «Вечерняя Москва» опубликовала письмо известного грузинского химика, члена-корреспондента республиканской Академии наук Рамаза Митрофановича Лагидзе, как отклик на первую свою публикацию о чудесных водах его отца. А полгода спустя довелось побывать в старинном доме напротив тбилисской консерватории, где живут потомки Митрофана Лагидзе. Многие мужчины его рода пошли химико-технологической стезей: один из внуков — кандидат химических наук, другой — технолог по купажу на заводе безалкогольных напитков, сын — известный органик... Его и прошу рассказать об отце.

Рассказывает член-корреспондент АН ГССР Р. М. ЛАГИДЗЕ:

— Высшего образования у отца не было. Четырнадцатилетним мальчишкой он стал учеником магистра фармации Ц. К. Иваницкого, при аптеке которого, как тогда было принято, работал лимонадный цех... Это, так сказать, истоки интереса. А в 1900 г. отец организовал в Кутаиси компанию по производству фруктовых вод, чья продукция вскоре приобрела чрезвычайную популярность.

Не надо думать, что круг его интересов ограничивался лишь этим делом. Известный вклад в промышленное развитие края внесли и первая в Западной Грузии электростанция, построенная по его инициативе, и производство по предварительной переработке барита Жонетского месторождения близ Кутаиси. Барит был нужен для производства литопона — широко применяемой белой краски. В типографии, основанной отцом, были напечатаны первые книги многих грузинских поэтов и прозаиков того времени. А великий Акакий Церетели, автор многих замечательных стихотворений и поэм, человек, который перевел на грузинский язык «Интернационал» и написал ставшее революционным гимном стихотворение «Долой!» (1905 г.), часто бывал в этом доме. Поддерживал отец связи и с другими революционерами. Муха Цхакая пересылал из Женевы в Кутаиси пропагандистскую литературу под видом материалов, нужных для производства фруктовых вод Лагидзе. В 1907 г. отец организовал производство фруктовых вод и в Тбилиси. В доме, где мы с вами беседуем, на первом этаже, в двадцатых годах находилось производство фруктовых сиропов...

Утверждают, что обращения к Кавказу есенинские строки:

«Ты научи мой русский стих

Кизиловым струиться соком»,—

навеяны кизиловой водою отца, которую Сергей Есенин весьма почитал...

Рамаз Митрофанович умолкает, погруженный в воспоминания. Вряд ли он помнит Есенина, даже если мальчишкой видел его. А вот другие известные поэ-

ты — и грузинские, и русские — частые гости этого гостеприимного дома. Евгений Евтушенко подарил его хозяевам однотомику и отдельно — стихотворение «Лимонад Лагидзе» с таким автографом: «Семье Лагидзе с огромной благодарностью за ощущение великой тени Митрофана»...

Разговор переходит на собственные работы Рамаза Митрофановича как химика-органика (от Джуаншера Лагидзе-внука я уже знаю, что есть углеводороды, достаточно сложные и редкие, названные в честь Лагидзе-сына). Но очень скоро от сложностей химии возвращаемся к безалкогольным напиткам, тем более что, выполняя волю отца, и с его помощью сын-химик написал в начале пятидесятых годов книгу «Производство безалкогольных напитков». Она издана на грузинском языке в 1953 г. В ней обобщен мировой опыт и отчасти опыт Митрофана Ермолаевича.

В чем состоял секрет Лагидзе?

Не я первым задался этим вопросом, и, конечно же, многие задавали его и великому Митрофану, и его сыну. Продолжение рассказа Р. М. ЛАГИДЗЕ:

— Главный «секрет» — в добросовестности и точном соблюдении оптимальных технологических режимов. Особенно при производстве истинно фруктовых вод. Их сейчас делают немного — больше распространены цитрусовые напитки на основе настоек и газированные напитки, сделанные из эссенций, полученных синтетическим путем. Классический случай — грушевая эссенция на основе амилцетата.

Эти три вида безалкогольных напитков надо точно подражать.

Самыми полезными и самыми вкусными отец справедливо считал напитки на основе натуральных фруктовых соков. К этой категории относилась и любимая вода Есенина. Сейчас ее игнор, к сожалению, не делают — трудно возделывать кизил промышленными методами, да и мало его. Неадекватное сырье для иностранных масштабов производства. Но почему нельзя купить в магазине безалкогольный вишневый напиток, я лично не совсем понимаю. Есть специализированные садоводческие хозяйства, многие гектары заняты вишневыми деревьями. Важно относиться к ним по-хозяйски, комплексно использовать урожай...

И еще нужно видеть в соке именно сок, а не консервы. Мы же обращаемся с ним как с продуктом консервирования. Тепловые нагрузки даем по принципу: лучше «пере», чем «недо». Пастеризуем в автоклавах по полчасу, как прочие консервы. А ведь есть приемы мгновенной пастеризации, есть способ консервирования фруктовых соков под высоким давлением углекислого газа (10—12 атмосфер). Отец, не будучи технологом по образованию, всю жизнь настаивал на широком использовании именно этих технологически прогрессивных методов.

Что мешает их широкому распространению сейчас? Пресловутый вал и не менее пресловутая ведомственность. Оттого истинно фруктовых без-



Магазин-кафе «Тбилисские воды»

алкогольных напитков выпускаем явно недостаточно. Цитрусовые не в счет, они не из цельных цитрусов — из корок. Букет не тот: не полный он, да и не может быть полным...

Сок, идущий на приготовление сиропов, можно, и в ряде случаев нужно, хранить под давлением СО₂ без каких-либо консервантов. Выдержка в таких условиях даже полезна. Присходит, как говорят виноделы, округление букета. Да-да, не удивляйтесь: у соков тоже есть букет! Газированных соков мы сейчас практически не делаем, хотя технически (и экономически тоже) это вполне доступно.

Самая большая группа нынешних безалкогольных напитков — газированная вода с сиропом, разлитая в бутылки на заводе или насыщенная газом с помощью небольшого сатуратора.

Технология приготовления сиропов у отца была вполне традиционной: сначала готовили морс — он получается из плодов после выжимки и осаждения пектиновых веществ, затем морс превращается в сироп — добавлением сахара и варкой. В сиропе 70 % сахара, который в таких дозах служит и консервантом.

Под действием органических кислот сахароза, как известно, расщепляется на глюкозу и фруктозу. Уже по одной этой причине рационально сочетать в безалкогольных напитках сладкое и кислое начала...

Еще одна большая группа напитков — на цитрусовых настояшках. Сырье — приготовленная из корок цедра и 80—96 %-ный спирт в качестве экстрагента. Эти настойки пищевая промышленность Грузии выпускает в очень больших количествах, а может выпускать еще больше. Знаменитое «Ситро» — купажный (смесевой) напиток, в котором есть экстракты и из лимонной, и из апельсиновой, и из мандариновой цедры. В оптимальном сочетании. Сейчас ситро почти нигде не делают, избегая дополнительной операции купажа. А отец именно купажу уделял особое внимание, составляя букеты своих безалкогольных напитков.

Открою еще один «секрет» Лагидзе. Перед реализацией отец обогащал свои классические сиропы примерно 10 %-ной добавкой свежих фруктовых соков, чтобы придать напитку ощущение свежести. Тоже своего рода купаж...

Отец всегда корректировал технологию своим дегустаторским искусством. В кулинарии это неизбежно: все знают, к примеру, как сделать сациви, какие ингредиенты в него входят. Но у одного повара получается действительно сациви — пальчики оближешь, а у другого неизвестно что. Так и с напитками...

А потом мы с Лагидзе-внуком были на Тбилисском заводе безалкогольных напитков, где другой внук Митрофана Лагидзе — Торнике работает начальником цеха купажа. Видели котлы, в которых варят сироп, видели сатурацию

и розлив. Пробовали разные напитки. Были среди них и более чем приличные. И все же, да простят мне Торники и его колдеги, обычная газировка с сиропами «по Лагидзе» в магазине-кафе на набережной Куры мне показалась вкуснее. Хотя знаю, что сиропы они получают с этого самого завода. Такие же сиропы, как те, что используют в здешних цехах.

Восприятие зависит об обстановки, а кафе-магазин в старом городе — чудо. И будет очень хорошо, если по инициативе «Вечерней Москвы» появится нечто подобное у нас на Арбате.

«ГВИНИСА» И ДРУГИЕ

В магазине-кафе «Тбилисские воды» мне довелось наблюдать неторопливые кавказские застолья, оживленные, радостные и абсолютно безалкогольные. Так что чудесные воды Лагидзе можно рассматривать и как вполне материальный атрибут в борьбе с нетрезвыми застольями.

А теперь о другой группе напитков, тоже грузинских и тоже безалкогольных, созданных специалистами бывшего «Самтрест», ныне Главного управления по производству и переработке винограда Агропрома Грузинской ССР.

О безалкогольном вине — целебном, содержащем катехины, витаминный комплекс и все другие компоненты вина, кроме алкоголя, грузинские виноделы впервые задумались задолго до появления известных постановлений по борьбе с алкоголизмом и пьянством.

У этих замыслов были предпосылки сугубо экологического толка. Судите сами: во всех странах, производящих виноградное вино, часть его уходит на производство коньяка. Из молодого, только-только перебродившего вина отгоняют коньячный спирт.

Как рациональнее использовать безалкогольный остаток? Что в нем есть полезного? Чего недостает? Первым этими вопросами занялся известный винодел Мераб Ильич Зауташвили, который вместе с профессором Б. И. Чумбуридзе создал первые образцы безалкогольного вина «Гвиниса» и «Армази». Появление на свет этих интригующих напитков вызвало интерес к ним со стороны технологов, химиков, врачей. Исследовали состав безалкогольного вина, особенности его действия на человеческий организм. В этих опытах участвовали сотрудники нескольких кафедр

Тбилисского мединститута, Центральной республиканской клинической больницы, лаборатории фармацевтической химии, республиканских НИИ клинической и экспериментальной кардиологии и НИИ психиатрии... Перечисляю все эти организации, чтобы показать уровень проведенных исследований.

Что же они показали?

Безалкогольное вино весьма полезно при реабилитации больных, перенесших инфаркт миокарда; при воспалениях мочевого пузыря и мочевых путей; при функциональных нервных расстройствах (здесь целесообразно комбинированное лечение — безалкогольное вино в комплексе с антидепрессантами и транквилизаторами).

Полезно оно и здоровым людям.

Но самое, наверное, интересное и неожиданное заключение медиков состояло в том, что безалкогольное вино оказалось очень полезным при лечении алкоголизма! Вот заключение доктора А. Ш. Гамкрелидзе: «...Напиток удовлетворяет психический компонент, и не происходит возбуждение симптома физической зависимости». Эту фразу с медицинского на общечеловеческий язык следует перевести таким образом: потребляя безалкогольное вино, пациент как будто удовлетворяет свою тягу к спиртному, и пагубная зависимость его организма от алкоголя постепенно сходит на нет...

Уже по одной этой причине создавать безалкогольное вино стоило.

Сегодня в Грузии выпускаются безалкогольные вина трех марок: «Гвиниса», «Армази» и «Цискари». По заключению дегустаторов, все они отличаются приятным вкусом и явно выраженным тонизирующим действием. Дегустаторы, как и добровольные испытатели этих напитков, неизменно отмечают бодрящий эффект. Кроме того, безалкогольные вина способствуют пищеварению.

Противопоказаны они лишь людям с повышенной кислотностью в желудке. Это естественно: в составе безалкогольных вин присутствуют многие органические кислоты — лимонная, молочная, яблочная, янтарная, винная, аскорбиновая... А еще количественные методы анализа зафиксировали в нем 14 аминокислот, наличие пектинов, разнообразных витаминов и сахаров.

Способ приготовления безалкогольных вин в принципе мало отличается от классических технологий натурально-

го вина, но в производственную цепочку включен вакуумный аппарат — деалкоголизатор, в котором и происходит извлечение вина от летучего спирта.

Важно, что этот процесс идет при невысокой температуре, «в щадящем режиме», как говорят специалисты. Это нужно затем, чтобы не разлагались от сильных воздействий хрупкие молекулы биологически активных компонентов. Остаточное содержание спирта после такой обработки не превышает 0,5 % — как в квасе и молочнокислых напитках, так что тонизирующее действие безалкогольного вина с алкоголем не связано...

Прошу М. И. Зауташвили рассказать, чем отличаются безалкогольные вина друг от друга, каковы масштабы их производства и перспективы. Вот его ответ:

— Самый массовый пока напиток — «Гвиниса». Это продукт деалкоголизации молодого вина. Цвет его, как у белого вина, от соломенного до светло-янтарного, вкус кислый с фруктовыми оттенками. Содержание сахаров не больше 0,5—0,8 %.

Различными физико-химическими методами в «Гвинисе» идентифицировано более ста органических и неорганических ингредиентов. В частности, в ней присутствуют многие микроэлементы.

Если безалкогольное вино делается из красного винограда, цвет его, естественно, красный, но, как правило, красным делаем более сладкое безалкогольное вино «Армази». Сахаров в нем больше, чем в обычном полусладком вине, — 7—8 % (вместо 3—5), сладость придаем добавкой

виноградного «меда», тоже готовящегося в вакууме из натурального виноградного сока.

Напиток «Цискари», которому сладость придает ксилит, предназначен для больных сахарным диабетом.

Пока безалкогольные вина производятся лишь на опытном производстве, и за пределами Грузии купить их очень сложно. Однако с пуском в этом году нового завода в старинном городе Мцхета тираж «Гвинисы» и «Армази» заметно приблизится к тиражу «Циндандили».

И вот что еще очень важно: цены на безалкогольное вино (15 и 25 копеек за 0,33 л) установлены чрезвычайно низкие — как на другие безалкогольные напитки. Потребителя надо исподволь приучать к новой нашей продукции, ненавязчиво рекламировать ее бесспорную пользу...

Потом Мераб Ильич, естественно, угостил корреспондента «Химии и жизни» золотистой «Гвинисой» и рубиновым «Армази», а заместитель начальника Главного управления по производству и переработке винограда Т. Г. Канделаки рассказал, что в Грузии полностью прекращено производство крепленых вин, а высвободившийся виноград будет использован для получения сока, в том числе газированного «по Лагидзе». Кроме того, организуется промышленное производство знаменитого кавказского лакомства из орехов и винограда — чурчхелы. Грузинской лозе топор не грозит.

*В. СТАНЦО,
специальный корреспондент
«Химии и жизни»
Фото А. А. Партенава*

Лимонад Лагидзе

Евг. ЕВТУШЕНКО

Всегда есть неразгаданность в провидце

И в мастере любом — таков закон.

Секрет своей воды унес Лагидзе,

Как тайну языка Галактио.

Теперь стихн — как лимонад шипучи.

Промышленность работает хитро,

И почему-то жидкие шампуни

Сегодня называются «снтро».

Что вкус для мира, слишком занятого!

Но помню, от безвкусности устав,

То ощущение чуда золотого,

Шипевшего когда-то на устах.

И лимонад не терпит равнодушия...

Как прыгаль, пьянящие слегка,

Лимонов бывших крошечные души,

Смеясь внутри любого пузырька!

Старик Лагидзе умрел, как надо,

Бесслезно смерть приняв, как благодать.

С ним умирала тайна лимонада,

И мастер знал — ее не передать.

А юноша, рискуя над ним склониться,

«В чем Ваш секрет?» — спросил у старика,

И высунул, смеясь, язык Лагидзе

И показал на кончик языка.

Из книги «Тяжелее земли», (Тбилиси; Мерани, 1978).



Атмосфера, неблагоприятная для львов



*...Вот уж по Тверской
Возок несется чрез ухабы.
Мелькают мимо будки, бабы,
Мальчишки, лавки, фонари,
Дворцы, сады, монастыри,
Бухарцы, сани, огороды,
Купцы, лачужки, мужики,
Бульвары, башни, казаки,
Аптеки, магазины моды,
Балконы, львы на воротах
И стаи галок на крестах.*

А. С. ПУШКИН. Евгений Онегин.

За прошедшие полтора столетия прежняя Тверская немало изменилась. А вот львы — те самые, которых видела пушкинская Татьяна, по-прежнему возвышаются на воротах дома № 21 по улице Горького, где сейчас находится Центральный музей революции СССР.

Это самые старые из всех белокаменных фигур, украшающих Москву, — они были поставлены здесь еще в 1780 г. Можно с уверенностью сказать, что создававшие эти фигуры безвестные камнерезы имели о львах лишь самое смутное представление. Зато в выборе камня мастера знали толк. Камень этот — мячковский известняк, добытый в долине подмосковной речки Пахры.

Мячковский известняк, состоящий почти нацело из углекислого кальция, имеет своеобразную текстуру — мно-

жество мелких пор, сообщающихся между собой. Благодаря этому вода, находящаяся в порах, при замерзании легко передвигается внутри камня, не разрушая его. Еще одно ценное свойство мячковского известняка — сочетание малой твердости и достаточной «вязкости», из-за чего его легко обрабатывать теслом и резцом.

Но несмотря на все достоинства этого камня, двухсотлетняя служба не могла пройти для львов бесследно. На них за-

Микроструктура известняка, из которого сделаны львы. Присутствие раковинок фузулий свидетельствует о том, что известняк относится к отложениям мячковского горизонта





метно сказалось воздействие атмосферы большого промышленного города, каким Москва стала в конце XIX века, с ее обязательным компонентом — сернистым газом. Кислые дожди и тающий снег, смачивая известняк, превращают в его порах углекислый кальций в сернокислый, то есть в гипс, частицы которого, имеющие большой объем, ведут себя подобно кукушонку в чужом гнезде — исподволь разрушают стенки пор. В камне образуются каверны, заполненные карбонатно-гипсовой мукой в смеси с мельчайшими зернами кварца, принесенными ветром с уличной пылью.

На тех частях фигур, которые регулярно освещает и просушивает солнце, разрушение камня ограничилось в основном увеличением пор. Но со стороны двора, где весной и осенью поверхность камня постоянно находится в тени, влажность и морозы потрудились основательно. Поверхность известняка стала рыхлой; местами образовалась корочка толщиной до 5 мм, от которой даже при небольшом усилии отваливаются обломки. В составе ее можно обнаружить сернокислые соли (до 2,1 %), кварц и другие примеси (2,2—3,4 %), в природном мячковском известняке почти отсутствующие.

В июле 1985 г., в ходе реставрации

здания музея, фигуры львов были промыты горячей водой. Но это всего лишь временная мера. Дальнейшая служба, вероятно, будет тягостна для львов, пришедших в дряхлость. По-видимому, пришло время заменить их копиями (лучше всего из такого же мячковского известняка), а сами старинные изваяния поместить на заслуженный отдых в музей декоративной скульптуры, существующий в бывшем Донском монастыре.

А. М. ВИКТОРОВ





Фотолаборатория

Портрет пластмассы

Сейчас многие профессиональные фотографы как, впрочем, и фотолюбители часто фотографируют образцы различных материалов и изделия из них: детали машин, бытовые приборы и прочее. Хорошие, четкие, выявляющие особенности металла, дерева, пластика снимки нужны для реклам-

ных изданий, отчетов, научных статей, докладов. При кажущейся простоте этой фотоработы в ней кроется немало тонкостей. В каждом случае требуется не только сходство с оригиналом, необходимо еще выявить особенности материала, точно передать форму детали, фактуру ее поверхности, иногда ее прозрачность или же способность отражать свет.

Особенно много хлопот доставляют фотографам пластмассы и пластмассовые изделия. Поверхность пластика, яркая, с характерным маслянистым блеском или же, напротив, мягко матовая, на снимках получается обычно невыразительной и скучной. Нужно немало ухищрений, игры тени и света, чтобы фотоизображение не уступало своему оригиналу, чтобы снимок донес до зрителя все особенности пластмассового предмета. Некоторым своим опытом в этом деле автор и намерен поделиться с читателями.

Для работы нам понадобится зеркальная фотокамера (годится популярный «Зенит» любых модификаций) и приспособления к ней: удлинительные кольца, поляризационный светофильтр ПФ, экспонометр, например обычный «Ленинград-4». Пригодятся также легкий штатив, два-три софита, листы ватмана, кальки, черной бумаги, наконец, стекло. Такой несложный набор приспособлений есть у каждого фотолюбителя.

Сразу напомним о технике безопасности: в софит нельзя ввинчивать лампу накаливания мощнее 500 Вт — может расплавиться хлорвиниловая изоляция проводов софита, произойдет короткое замыкание; перекальную фотолампу нельзя опускать колбой вниз — спираль расплавится, упадет на колбу — может произойти взрыв; суммарное напряжение на одну бытовую розетку не должно превышать 2 кВт — перегорят пробки. Это главное.

Снимать можно со штатива, тогда возможности продолжительные выдержки и освещенность не имеют решающего значения. Но такая съемка, как правило, отнимает много времени и потому не всегда удобна. Если же фотографировать с рук, выдержка должна быть не дольше 1/30 с, а лучше всего 1/60 или даже 1/100 с. Чтобы все части объекта съемки получились резкими, необходимо диафрагмировать объектив до 8, а в случае применения удлинительных колец до 11. При такой диафрагме получаются наиболее резкие изображения. Что же касается пленки, предпочтительнее чувствительность 65 ед. ГОСТ. Такая пленка позволяет достичь наиболее стабильных и хорошо воспроизводимых результатов.

Небольшие предметы лучше всего фотографировать при искусственном освещении. Это даст нам возможность многократно повторить однажды найденную схему установки света, добиться задуманного ри-

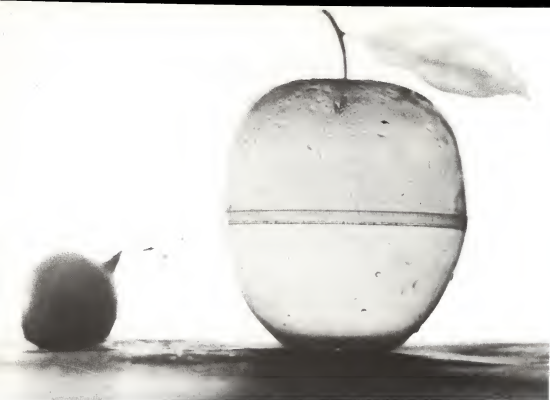
сунка теней, распределения яркости на объекте съемки и фоне. При подготовке съемки необходимо обдумать характер освещения, поставить перед собой четкую изобразительную задачу и в зависимости от нее решить, сколько осветительных приборов и какой мощности взять для работы. В большинстве случаев достаточно одного основного источника света мощностью 150—200 Вт и двух дополнительных по 60—100 Вт.

Вот самый простой, можно сказать, походный способ фотографирования. Вплотную к стене ставят стол, над ним к стене прикрепляют лист плотной белой бумаги — так, чтобы она свободно ложилась на горизонтальную поверхность, чтобы между стеной и столом не было видно резкой границы. Объект съемки ставят, естественно, на стол, бумага служит одновременно и фоном, и светоотражающим экраном. Основной источник света направлен на объект, а дополнительный — на фон. Осветительные приборы размещают не ближе чем за метр от снимаемого предмета — чтобы тени уходили за пределы фона. Экспозицию следует определять, направив экспонометр от фотоаппарата к объекту. На это время дополнительный источник света нужно выключить, оставив только основной. (После замера экспозиции включают полное освещение, прикрыв диафрагму на одно деление.)

Особенную сложность представляет съемка блестящих полированных пластмассовых деталей: очень трудно избежать бликов и ореолов на снимке. Против брака такого рода есть много приемов, самые употребительные из них — съемка с поляризационным фильтром, в светорассеивающей коробке, с отражающими экранами.

Действие поляризационного светофильтра основано на том, что он задерживает отраженные бликовыми поверхностями лучи, причем степень ослабления бликов зависит от угла поворота поляризационного светофильтра. (Фильтр состоит из двух параллельных стекол в оправе, закрепленных на объективе зеркального фотоаппарата. Глядя в видоискатель и поворачивая по часовой стрелке одно из стекол, добиваются полного исчезновения бликов. Общая кратность поляризационных светофильтров колеблется в пределах 3—4, поэтому, чтобы не получилось недоэкспонирования, необходимо открыть диафрагму объектива на 2—3 деления против показаний экспонометра или — для компенсации потерь в освещенности — удвоить мощность ламп в софитах.)

Если нет светофильтров, можно использовать способ съемки в светорассеивающей коробке, или тоннеле. Из деревянных реек или проволоки изготавливается прямоугольный каркас. Стенки с трех сторон обтягиваются полупрозрачной тканью (батистом или марлей) или обклеиваются



калькой. Получается своеобразный тоннель, в который помещают объект съемки. Ровный матовый свет проникает через стенки с трех сторон, подчеркивает детали рельефа.

Труднее всего снимать полистирол и оргстекло. На снимках их поверхности полностью сливаются с фоном, исчезает фактура пластмассы. Приходится немного затенять объект съемки. Его устанавливают на белом фоне, а недалеко от него сбоку, за пределами кадра, ставят черный лист картона. В этом случае, кроме основного (100 Вт) и двух дополнительных (по 60 Вт) источников света, нужен еще один (150 Вт) — направленный на черный экран.

Съемка с отражающими экранами применяется обычно для фотографирования больших пластмассовых предметов, которые не втиснешь в бестеневой тоннель. Суть приема в том, что объект освещается не прямым светом от источника, а отраженным от экранов. Такое освещение мягко высвечивает весь объект, устраняет блики на полированных поверхностях. Объект съемки помещают на стол или подставку — на светло-сером фоне. Вокруг размещают два-три белых ярко освещенных экрана. Отраженный от них свет придает мягкость освещению. Мощность ламп в этом случае 150—200 Вт, расстояние экранов от объекта не менее 1,5 м.

Наконец, применяются и полупрозрачные экраны, например из кальки или марли, наклеенной или натянутой на каркас. В этом случае объект освещают через экран. При необходимости на какой-либо детали можно сохранить один или несколько бликов, если они помогают лучше выявить

суть предмета, особенности его фактуры. Для этого объект съемки освещают не только через экраны, но и прямым светом небольшой интенсивности — достаточно лампы мощностью 40—60 Вт.

Еще несколько технически простых, но весьма полезных приемов. При съемке прозрачных пластмассовых сосудов полезно налить в них по самые края подкрашенной воды. Сосуд потеряет прозрачность и не будет сильно бликовать. При этом для получения выразительного снимка важно подобрать фон, который хорошо сочетается с цветом подкрашивающей жидкости. Снимаемая же темные непрозрачные детали, некоторые фотографии, наоборот, стремятся искусственно создать блики на поверхности. Для этого полиуретан, винипласт и некоторые другие пластмассы, особенно темных цветов, покрывают тонким слоем вазелина.

Для передачи шероховатой структуры материала объект фотографируют при боковом освещении. Если сильный источник света (150 Вт) направить на фотографируемую поверхность под углом 30° , четко выявятся мельчайшие бугорки, зерна и раковины на поверхности. Для того чтобы подчеркнуть рельеф, длительность выдержки в этом случае иногда в несколько раз увеличивают, поэтому следует сделать несколько проб с разной диафрагмой.

Эффектны снимки пластмассовых деталей, сделанные с контросвещением. Вот что это такое. Объект съемки помещают на толстое стекло (или оргстекло), покрытое листом (или несколькими листами) кальки, и освещают снизу. Кроме того, есть, конечно, и



обычное верхнее освещение (двумя лампами по 150 Вт). Деталь, таким образом, оказывается на светящемся фоне. Освещенность фона можно изменять, подбирая лампы соответствующей мощности (от 40 до 200 Вт). Так можно добиться самых различных световых эффектов — вплоть до снимка на совершенно белом, бестеневом фоне.

Проявлять пленку лучше всего в мелкозернистом, выравнивающем проявителе. Для фотографирования пластмассовых предметов хорошо зарекомендовал себя проявитель такого состава:

метол — 4,8 г,
сульфит натрия безводный — 180 г,
метабисульфит калия — 6,4 г,
вода — до 1 л.

Он дает очень мелкое зерно, обладает хорошей выравнивающей способностью, коротким временем проявления. Используемый однажды раствор, правда, не выдерживает длительного хранения. Однако дешевизна химикатов вполне компенсирует этот недостаток. Все компоненты следует растворять в кипяченой воде, охлажденной до 14 °С. Растворение идет медленно, зато это гарантирует стабильность раствора. Налитый по пробку тщательно закрытой бутылки проявитель хранится три месяца.

В зависимости от количества метабисульфита калия изменяется важнейшее свойство проявителя — его выравнивающая способность и мелкозернистость. Указанное в рецепте количество метабисульфита калия среднее. Если его увеличить до 9 г, зерно станет почти незаметным, правда, при этом ухудшится выравнивающая способность.

При температуре 20 °С пленку проявляют от 8 до 12 мин, постоянно медленно покручивая ее в бачке. В одной порции раствора проявляют четыре — пять пленок, каждый раз увеличивая время проявления на 1 мин. Промывка и фиксирование обычные, но о сушке и хранении пленки нужно все-таки сказать несколько слов (хотя эти достаточно простые фотографические приемы полезно помнить отнюдь не только при обработке негативов с «портретами пластмасс»).

После промывки пленку подвешивают за один конец на веревке, закрепив бельевой прищепкой. Затем хорошо смоченным в воде ватным тампоном с обеих сторон осторожно протирают пленку для удаления сорин. Высушенную пленку нужно свернуть эмульсией наружу. Так она лучше сохраняется, при печатании не коробится в пленкодержателе увеличителя, фотографии получаются резкими по всему полю изображения.

Всем известно, что хороший негатив — основа успеха. Так что печатать никакие затруднений не вызывает.

И у профессионалов, и у многих любителей есть свои удачные находки, свои собственные приемы фотографирования. Наверное, они многим отличаются от рассказанного здесь. Это неудивительно, ведь в фотоискусстве портрет пластмассы — дело все-таки новое. В нем полезен любой опыт.

*Л. ЧИСТЫЙ,
фото автора*



На уровне мировых стандартов

Среди множества полимерных материалов, применяемых для изготовления красок, особенно интересны эпоксидные смолы, называемые сейчас все чаще эпоксидными олигомерами. Мы уже рассказывали про эмали для пола с эпоксидными пленкообразователями. Сегодня речь пойдет о новой краске ЭПК-II.

Краска предназначена для защиты от разрушения атмосферными факторами практически всего, что встречается в нашем обиходе. Краска спасет от коррозии стальные кузова автомобилей, алюминиевые корпуса лодок, защитит бетонные погребки от воды, а деревянные столбики, заглубляемые в землю, — от загнивания. Разумеется, она пригодна и для окрашивания крыш, гаражей, садово-огородного инвентаря и т. п. Автолюбителя она может выручить при такой часто встречающейся неприятности, как прогорание глушителя: эта деталь еще долго послужит, если ее обмотать стеклянкой тканью, промазанной краской ЭПК-II. Таким же образом можно отремонтировать прохудившийся бензобак или канистру для бензина — покрытие из краски безостойко.

Светлосерой краске ЭПК-II при желании можно придать любой даже белый цвет. Для этого надо смешать ее с нитроэмалью соответствующего цвета. Белая краска пригодна, например, для окрашивания оконных переплетов. Краску можно смешивать и с лакокрасочными материалами, изготовленными на других пленкообразователях. Но каждый раз необходимо провести эксперимент с маленькими порциями, чтобы проверить совместимость веществ и качество образуемого покрытия.

Аббревиатура ЭПК раскрывается так: «эпоксидно-каучуковая», то есть краска построена не только на эпоксидном олигомере, но и на эластичном каучуке. Поэтому покрытие из

этой краски может и изгибаться, и вибрировать без разрушения. Можно использовать ее и в качестве клея, если понадобилось приклеить отсоединившуюся кафельную плитку, паркетную клепку, а под рукой нет специального эпоксидного клея.



Оксибор



В памяти старшего поколения еще сохранились времена, когда посуду, самовары, прочую домашнюю утварь чистили песком, золой, мелом, доводили до блеска толченым кирпичом, а процедурой этой в семье называли провинившихся. Однако пользоваться такими средствами даже в воспитательных целях вряд ли есть смысл: они чистят, но, так сказать, «с мясом», царапают очищаемое изделие; между тем существует более дюжины препаратов, чистящих быстрее и безболезненнее.

К числу наиболее совершенных можно отнести недавно появившийся а продаже «Оксибор». Такое название дано препарату потому, что а его состав входят вещества, содержащие бор. Одно из них — пероксодисборат натрия. Под его воздействием загрязнения легко окисляются, а поверхность дезинфицируется. Другой боросодержащий компонент — отход, образующийся при извлечении бора из руды; он оказался прекрасным мягким абразивом. Для ускорения очистки в состав препарата включены сода и поверхностно-активное вещество — триполифосфат натрия, помогающее отмывать загрязнения.

Препарат разработан в Уральском филиале ВНИИхимпроект.



Аппреты

Нередко мы перестаем пользоваться еще добротным, прочным платьем, рубашкой из-за того, что они выгорели, застирались. Возродить первоначальные свойства текстильных изделий призваны аппреты — сравнительно новые для нашей страны препараты бытовой химии.

Аппреты — это многокомпонентные смеси, содержащие водорастворимые или водоразлагаемые полимеры, пластификаторы этих полимеров, антисептики, антистатик, отбеливатели, красители и другие вещества. Сейчас в магазинах поступают несколько разных аппретов.

«Аппретан». Название препарата прямо указывает на его назначение: для аппретирования, то есть для поверхностной отделки волокон, обновляющей их внешний вид, восстанавливающей исходную мягкость или жесткость, снижающей электризуемость, сминаемость, скорость загрязнения, облегчающей стирку. Полимерный компонент в «Аппретане» — крахмал. По совокупности свойств препарат не уступает зарубежным аналогам. Он особенно хорош для школьной формы, гардинного полотна, изделий из ацетатного шелка, облегает их глажение, фиксирует и удерживает форму.

«Анитон» — аппретирующее средство для тканей всех видов. Оно не только аппретирует, но и равномерно окрашивает полинявшие или выгоревшие на солнце изделия в один из четырех цветов: голубой, розовый, желтый или бежевый, углубляя их тон. Придает тканям гладкость, снижает электризуемость.

«Амелия». Этот препарат близок к «Аппретану». Полимерный компонент — поливинилацетатная дисперсия и водорастворимые простые эфиры целлюлозы.

«Триано», «Чародейка-2». Препараты устроят элекtrizуемость, освежают краску, придают приятный запах.

Применяют препараты, добавляя их в воду для ополаскивания, или, что более экономно, наносят на одежду с помощью пульверизатора, щетки.



Тем, кто не переносит молока

Бывает и так, что молоко, содержащее множество полезных веществ для малого и старого, не переносят некоторые взрослые люди и дети. Непереносимость молока связана с недостатком пищеварительного фермента лактазы, расщепляющего молочный сахар (лактозу) на глюкозу и галактозу, которые уже и усваиваются организмом. Предполагают, что дефицит этого фермента возникает по воле генетических особенностей, а также из-за уменьшения доли молока в пищевом рационе взрослого организма. Недостаток этого фермента развивается именно в период детства и юности.

Как же быть? Ведь без молока растущему организму не обойтись.

Практика показала, что люди, которые плохо переносят молоко, могут потреблять его после сквашивания. Можно было бы думать, что в кисломолочных продуктах мало молочного сахара: микроорганизмы расщепляют ее до молочной кислоты. Однако этот процесс лишь insignificantly снижает уровень лактозы, и ее количество в кисломолочных продуктах и молоке практически одинаково.

В чем же дело? Вот один из возможных механизмов. При изучении состава йогурта установили, что он содержит β-галактозидазу. Этот фермент действует на молочный сахар так

же, как и лактаза, вырабатываемая железами тонкого кишечника человека.

Следует упомянуть, что молоко — прекрасный источник кальция, к тому же оно улучшает усвоение кальция, содержащегося в других продуктах при смешанном питании. Вот почему оно так ценно для растущего организма, когда формируются костные ткани.

Интересное явление обнаружили японские ученые, изучавшие влияние молока с добавлением фермента на всасывание кальция в кишечнике у детей, не переносящих молоко. Оказалось, что молоко, в котором лактоза предварительно расщеплялась ферментом, практически не влияло на всасывание кальция. Если же фермент добавлять к молоку непосредственно перед потреблением, то всасывание кальция улучшается. Следовательно, β-галактозидаза микробного происхождения проявляет биологическую активность в пищеварительном тракте человека, а расщепление лактозы в кишечнике способствует всасыванию кальция.

Разумеется, наличие фермента, расщепляющего лактозу, не единственное достоинство кисломолочных продуктов. Микрофлора благоприятно влияет на состав микроорганизмов, населяющих толстый кишечник, подавляя жизнедеятельность гнилостных и многих других патогенных микробов. Молочная кислота стимулирует выделение пищеварительных соков в желудочно-кишечном тракте и в полости рта, возбуждает аппетит.



Гидрофобная смазка

Кто не знает, что зимой, особенно в оттепель, кожаная

обувь впитывает снежную влагу, набухает, тяжелеет, а ноги промокают. В такой обуви можно не находишь. А каково лыжникам? Тут уже не до рекордов. Кроме того, после неоднократных наморозов — сухая кожа растрескивается, обувь становится неоправданно, быстрее изнашивается.

Всех этих неприятностей можно избежать, если воспользоваться эффективным водоотталкивающим средством — «Гидрофобной смазкой для изделий из кожи». Если 5—10 граммов смазки нанести тонким ровным слоем на всю поверхность чистой и сухой обуви и повторять такую обработку каждые три-четыре дня, то ей уже будет не страшны ни дожди, ни соленые лужи. Кстати, смазка не токсична, не изменяет цвет обуви, не ухудшает воздухопроницаемость. При этом на обуви не образуются солевые разводы, сохраняется эластичность и хороший вид. Ведь смазка одновременно и чистит обувь.

Разработана московскими, минскими и рижскими химиками смазка испытана спортсменами-лыжниками, туристами, альпинистами на многочисленных тренировках и чемпионатах. Полезна смазка и футболистам — спасает во время дождя и мяч, и бутсы. Полезна смазка для женских сапожек и кожаных пальто.

Гидрофобную смазку уже делают на трех заводах в Кеморо, Горьком и Добеле. Смазка запатентована в нескольких странах.



Авторы выпуска:
В. А. ВОЙТОВИЧ,
М. М. ЭЙДЕЛЬМАН

КЛУБ ЮНЫЙ ХИМИК



*Возведение
вещества
в степень*

Подобное заглавие может привести вас в недоумение. Однако смысл его станет понятным из задачи, которую мы предлагаем вам решить.

В количественном анализе органических соединений существует такая методика определения иода. Навеску исследуемого вещества сжигают в кислороде. Выделившийся свободный иод поглощают раствором брома, при этом образуется иодноватая кислота. Избыток брома восстанавливают муравьиной кислотой, а затем иодноватую кислоту обрабатывают иодидом

калия в присутствии разбавленной серной кислоты. При этом выделяется иод, который отгоняют, вновь поглощая его раствором брома и повторяя описанные выше операции. Наконец, вновь образовавшийся иод титруют тиосульфатом натрия. Спрашивается:

1. Зачем иод надо было превращать в иод, а затем еще раз в иод? Не проще ли было сразу титровать?

2. Какова массовая доля иода в исходном веществе, если известно, что при сжигании 10 мг его и дальнейшем анализе по описанной методике в результате титрования было найдено 348 мг иода?

3. Какую молекулярную формулу может иметь анализируемое органическое соединение?

4. Какую молярную концентрацию должен иметь раствор тиосульфата натрия, чтобы каждые 10 мл его соответствовали 1 мг иода в исходной навеске анализируемого вещества?

(Решения см. на стр. 103)

ВИКТОРИНА



*Баскервильская
собака*

[Ответ
на вопрос викторины,
напечатанный в № 9]

Напомним, что речь идет о собаке Баскервиллей из рассказа А. Конана Дойла, намазанной белым фосфором и светящейся в темноте. Реальна ли ситуация,

описанная автором, — таков был вопрос викторины. Давайте разберемся.

Белый фосфор медленно окисляется на воздухе и светится при этом. Но медленное окисление может перейти в горение, особенно при трении: белый фосфор в кусках самовозгорается при 50 °С, а измельченный — при комнатной температуре. Вымазать шерсть собаки, чтобы она светилась, конечно, можно. Но скорее всего собака загорится на бегу.

Белый фосфор не пахнет сам по себе, однако при окислении на воздухе образует низшие оксиды, обладающие резким чесночным запахом. Так что светящийся

фосфор все-таки пахнет. Наконец, белый фосфор очень токсичен — смертельная доза для собаки 0,1 г. И стоило собаке облизать шерсть... Да и

доктору Ватсону не должны были пройти безнаказанными светящиеся пальцы — белый фосфор вызывает сильные, долго не заживающие ожоги.



С произведениями американского писателя Курта Воннегута вы наверняка менее знакомы. Орывок из его романа «Колыбель для кошки» многие прочитают впервые.

«Теперь представьте себе, — с явным удовольствием продолжал доктор Брид, — что существует множество способов кристаллизации, замораживания воды. Предположим, что тот лед, на котором катаются конькобежцы и который кладут в коктейли, — мы можем назвать его «лед-один» — представляет собой только один из вариантов льда. Предположим, что вода на земном шаре всегда превращалась в лед-один, потому что ее не коснулся зародыш, который бы направил ее, научил

превращаться в лед-два, лед-три, лед-четыре ...и предположим — тут его старческий кулак снова стукнул по столу, — что существует такая форма — назовем ее «лед-девять» — кристалл, твердый, как стол, с точкой плавления или таяния, скажем, сто градусов Фаренгейта, нет, лучше сто тридцать градусов...» (100 ° Фаренгейта — это приблизительно 38 °С. — Ред.).

Прав ли доктор Брид или, как протестует герой романа, «никакого льда-девять нет!»?

РАССЛЕДОВАНИЕ



Аппарат Киппа известен каждому химику. Это прибор для получения небольших количеств углекислого газа, водорода, сероводорода из двух газообразных веществ — твердого и жидкого, изолированных друг от друга до реакции. Если есть такой аппарат, то нет необходимости держать в лаборатории большие баллоны с готовы-

ми газами. Прибор, изобретенный в середине прошлого века голландским фармацевтом Якобом Петером Киппом, сразу завоевал всеобщее признание. Была даже организована специальная фирма для производства аппаратов Киппа. Но ни Киппу, ни многочисленным потребителям его прибора было неизвестно, что подобный аппарат существует в природе, в организме жуков-бомбардиров.

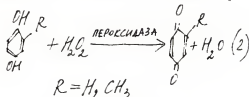
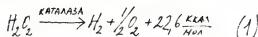
Небольшое оранжево-синее насекомое (10—20 мм в длину), защищаясь от нападения врага, выбрасывает нагретую до высокой температуры газовую струю. При этом раздается достаточно громкий звук, как будто жук сделал «выстрел». Газовая струя обращает в бегство напавшего на жука муравья, вызывает небольшой ожог на коже человека. «Поразительно, — писал один энтомолог еще в 1752 году, — как может это насекомое мгновенно сжать значительное количество воздуха и нагреть его до высокой температуры». Биологи, изучавшие жука, установили, что газовую струю создают две крохотные (длиною 300 микрон) железы, расположенные в конце брюшка. Железы удалось выделить из организма жука, однако при этом они не теряли способности выделять газ. Но какой газ и как он получается?

Ответы на эти вопросы дало химическое исследование.

Первоначально изучили состав газовой струи. Поскольку вес одного выстрела очень мал — всего 0,2—0,6 мг, то для анализа производили «залпы» из нескольких десятков желез, помещенных в заполненные аргоном колбочки. С помощью газового и масс-спектрометрического анализа и бумажной хроматографии выяснили, что газовая струя — это аэрозоль, содержащий воду и мелкодисперсные частицы бензохинона и метилбензохинона, взвешенные в кислороде.

Теперь осталось решить вопрос, как и из чего образуется аэрозоль. Для этого пришлось детально изучить строение и содержимое стреляющей железы. Она состоит из секретирующей части и двух емкостей, разделенных протоком, ширина которого регулируется специальной мышцей. Во внутреннем резервуаре находится водный раствор, содержащий около 10 % гидрохинона и метилгидрохинона и около 25 % пероксида водорода. Причем H_2O_2 находится в избытке: в 1 мг раствора содержится 0,91 микромоль гидрохинонов и 7,40 микромоль пероксида водорода. В наружной реакционной камере заключена смесь энзимов — каталазы и пероксидазы.

Если сопоставить содержимое железы жука и состав струи выбрасываемого аэрозоля, то можно представить, что железа работает так. Жук, ослабляя мышцу, открывает проток между двумя резервуарами. Из-за небольшого давления, создаваемого секретирующим органом, порция раствора из внутреннего резервуара попадает в реакционную камеру. Под влиянием энзимов пероксид водорода мгновенно разлагается и окисляет гидрохиноны:

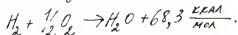
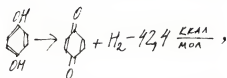
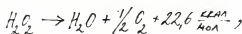


Под давлением образовавшегося кислорода (3,24 микромоль на 1 мг раствора) смесь выбрасывается наружу. Со-

держась в газовой струе бензохиноны отпугивают муравьев.

Теперь ясно, что в организме насекомого, как и в аппарате Киппа, нет запаса сжатого газа. Он создается по мере необходимости в результате реакции не газообразных веществ. Различие между железами жука и аппаратом Киппа, пожалуй, только в способе прекращения реакций. В аппарате Киппа надо перекрыть кран газоотводной трубки: тогда накапливающийся газ вытеснит жидкий реагент из реакционной камеры в воронку. В железе жука мышца («кран») расположена не на выходе, а на входе в реакционную камеру и регулирует поступление новых порций реагентов. Аппарат Киппа работает непрерывно, аппарат жука — периодически. При этом жук использует не только продукты реакции, но и выделяющееся тепло.

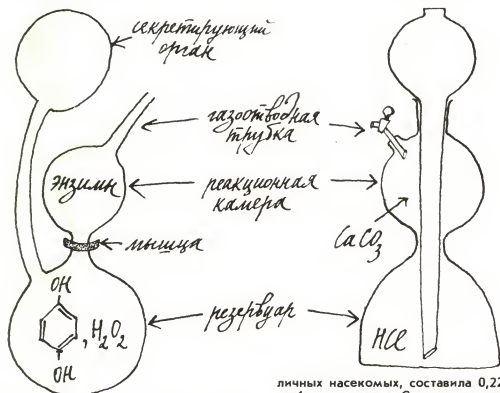
Давайте попробуем определить его величину. Суммарный тепловой эффект протекающих реакций можно рассчитать на основании справочных данных. Тепловой эффект реакции разложения пероксида водорода (1) известен и равен 22,6 ккал/моль. Что же касается реакции окисления гидрохинонов, то ее тепловой эффект упрощенно может быть найден по закону Гесса как сумма тепловых эффектов трех реакций*:



Тепловой эффект реакции (2) составляет 48,5 ккал/моль.

Простой расчет показывает, что в результате реакций (1) и (2) выделяется 0,19 кал на 1 мг раствора, содержащего, как уже говорилось, 7,4 микромоль пероксида водорода и 0,91 микромоль гидрохинонов. Этого количества тепла достаточно, чтобы нагреть

* Здесь не учтено различие между гидрохиноном и его метильным гомологом и температурная зависимость тепловых эффектов.



раствор до 100°C и даже испарить около одной пятой его части.

Приведенный расчет был блестяще подтвержден экспериментом, поставленным группой английских химиков в 1969 г. Жука помещали в специально сконструированный микрокалориметр, который регистрировал выделяющееся при выстреле тепло. Средняя величина теплового эффекта, определенная по 32 выстрелам трех раз-

личных насекомых, составила 0,22 кал на 1 мг раствора. С помощью термопары измерили температуру газовой струи — она оказалась равной $\sim 100^{\circ}\text{C}$. Обе эти цифры достаточно близки к расчетным и, значит, подтверждают предложенный химизм действия железной жуки-бомбардира.

Наверное, аппарат Киппа не единственный химический прибор, имеющий свои аналоги в природе. Может быть, вы сможете назвать другие?

Д. ВЛАДИМИРОВ



От перемены мест слагаемых сумма не меняется

Следует ли задумываться экспериментатору над вопросом, что к чему приливать? Обязательно следует, потому что от решения зависит результат эксперимента. Вспомните хотя бы правило растворения концентрированной серной кислоты. О том, как сливать растворы, клуб уже рассказывал (№ 2, 1983 г.). Вот еще два простых примера на эту же тему.

Опыт № 1. Реакция фенолфталеина с щелочными растворами вам, конечно же, хорошо известна. Результат ее как будто бы однозначен — раствор окрашивается в малиновый цвет. И все-таки проведите этот опыт еще

раз, выполняя наши рекомендации. Приготовьте четверть пробирки концентрированного раствора гидроксида натрия или калия. В другую пробирку прилейте столько же водного раствора фенолфталеина (пургена). Теперь осторожно отберите пипетками из каждой пробирки по несколько капель этих растворов. Прикапайте щелочь к раствору индикатора — появится малиновая окраска, что и следовало ожидать. А теперь добавьте индикатор к щелочи — окраски нет!

Опыт № 2. Для этого опыта вам понадобятся растворы медного купороса и аммиака с массовой долей веществ не более 10 %. Если небольшую порцию раствора аммиака добавить к раствору медного купороса, то образуется красивый осадок бирюзового цвета. Если же небольшую порцию раствора медного купороса добавить к раствору аммиака, то получится раствор ярко-синего цвета.

Почему же от перестановки слагае-

мых местами меняются результаты опытов? Дело в том, что в этих реакциях большую роль играет избыток того или иного компонента и pH среды. В первом случае окраска пропадает из-за избытка щелочи, потому что в сильнощелочной водной среде фенолфталеин превращается в бесцветный дианион. В щелочи средней силы тоже образуется дианион, но иной структуры, уже окрашенный в малиновый цвет (см. «Химию и жизнь», 1983, № 1).

Теперь о купоросе и аммиаке. В избытке аммиака образуется ярко-синее комплексное соединение меди $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$. Если же к раствору соли меди добавить небольшое количество аммиака, то в щелочной среде выпадает осадок основного сульфата меди. Наверное, можно вспомнить и другие интересные примеры подобных реакций. Предоставляем такую возможность вам, юные химики.

С. В. СОФРОНОВ

ЛОВКОСТЬ РУК



*Купать
или не
купать?*

нет. На высохшем промытом негативе, как правило, остаются солевые следы от водяных капель, рассеивающие и поглощающие свет при фотопечати. А соли всегда найдутся в промывной воде (если, конечно, она не дистиллированная). Даже один миллилитр мягкой воды содержит до 0,4 мг солей кальция и магния.

Как бороться с этими пятнами? Можно, конечно, стряхивать с пленки остатки воды и затем осторожно протягивать ее между мокрыми пальцами, влажными ватными тампонами или влажной замшей, как рекомендуют в фотографических пособиях. Но где гарантия, что при этом не повредится эмульсионный слой фотопленки, особенно цветной. К тому же на негативе могут остаться волокна ваты — источник нового дефекта на отпечатке.

Протирать сухой негатив с пятнами мягкой тряпкой тоже нехорошо: могут образоваться микроцарапи-

ны, которые дадут о себе знать при сильном увеличении.

Надежный способ — пролоскать пленку в дистиллированной воде. Но это дорогое удовольствие доступно не всем фотолюбителям. Уже десятки лет в борьбе с водяными каплями многим фотографам помогают смачиватели, например ОП-7, «Фильпон». Роль смачивателя с тем же успехом играют жидкие моющие средства — шампуни. Достаточно 3—4 капли шампуня на 350 мл воды (объем фотобачка), чтобы после купания в такой воде на пленке не появлялись пятна. Мыло для этих целей не годится. Его компоненты взаимодействуют с солями кальция и магния, содержащимися в промывной воде, образуя хлопья нерастворимых стearатов и пальмитатов. Шампунь же в такой мизерной концентрации на пленку вредно не действует. Зато поверхностно-активные вещества смачивателя резко снижают поверхностное на-

Тем, кто увлекается фотографией, наверняка знакомы бледные овальные пятна с четкими границами, непонятным образом появляющиеся на отпечатках. Впрочем, если задуматься, ничего непонятного здесь

тяжение воды. Оно теперь уже не может удержать каплю, расплывающуюся равномерно по всей поверхности и стекающую под действием силы тяжести.

Рассуждения можно подтвердить экспериментом. С помощью обычной хими-

ческой пипетки сосчитайте, сколько капель воды содержится в одном миллилитре. Аналогичную операцию повторите для раствора, содержащего 3—4 капли шампуня на 350 мл. Вы увидите, что во втором случае капли станут значительно мельче и количество их

соответственно увеличится в 1,5—3 раза. Это говорит о том, что шампунь уменьшает поверхностное натяжение воды.

Так что, как видите, купать надо, и купать с шампунем.

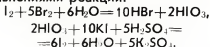
Н. КОСТЫРЯ



*Возведение
вещества
в степень*

[См. стр. 98]

1. Описанные в задаче превращения иода можно выразить следующими уравнениями реакций:



В результате проведенных операций каждый моль исходного иода превращается в 6 моль, а при повторении операций — в $6^2=36$ (моль). В принципе эти 36 моль можно превратить в $6^3=216$ (моль) и т. д. Чем не возведение вещества в степень?

Понятно, что чем большую массу вещества титруют, тем точнее будут результаты анализа. А это особенно важно, когда идет счет на миллиграммы или еще менее того. Если исходное вещество содержало бром, то титрование первичного иода могло повлечь за собой ошибку. В данном же способе бром не мешает определению иода, поскольку он все равно вводится в процесс, а избыток его восстанавливается муравьиной кислотой: $\text{Br}_2 + \text{HCOOH} = 2\text{HBr} + \text{CO}_2$.

2. Как видно из предыдущего рассуждения, масса оттитрованного иода в 36 раз больше той, которая содержалась в исходной навеске. Таким образом, массовая доля в анализируемом веществе составляет: $\omega = 348:36:10 = 0,967$ (96,7 %).

3. Для определения молекулярной формулы вещества в общем случае надо знать количественный элемент-

ный состав вещества и его относительную молекулярную массу. Первое нам известно лишь частично, второе же неизвестно вовсе. И все-таки попытаемся.

Итак, 10 мг вещества содержат 96,7 %, или 9,67 мг, иода и 0,33 мг других элементов. В таком случае на 1 моль атомарного иода приходится $127 \cdot 0,33:9,67 = 4,33$ (г) других элементов. Здесь не наберется массы даже на 1 моль углерода. Но ведь без углерода нет органических соединений. Только если утроить число молей атомарного иода, появится правдоподобная величина: $3 \cdot 127 \cdot 0,33:9,67 = 13$ (г) других элементов. Эти 13 г могут соответствовать 1 моль углерода и 1 моль атомарного водорода. Следовательно, простейшая формула вещества — CHI_3 . А поскольку удвоение-утроение этой формулы никаким реальным веществам соответствовать не может, то остается признать ее не только простейшей, но и молекулярной. Это иодоформ.

4. Взаимодействие тиосульфата натрия с иодом происходит в соответствии с уравнением $2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{I}_2 = \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6 + 2\text{NaI}$. Из уравнения видно, что на 1 моль (254 г) иода расходуются 2 моль тиосульфата. Вспомним, что титруемые 254 г иода соответствуют $254:36 = 7,06$ г иода, содержащегося в анализируемом образце. Итак:

2 ммоль тиосульфата — 7,06 мг иода
х ммоль тиосульфата — 1 мг иода.
Теперь можно составить пропорцию и найти, что $x = 0,283$ ммоль.

Мы хотим приготовить такой раствор титранта, в 10 мл которого содержится 0,283 ммоль вещества, то есть в 1 л — 28,3 ммоль тиосульфата натрия. Это и есть ответ: молярная концентрация раствора тиосульфата натрия равна 28,3 ммоль/л.

Г. Б. ВОЛЬЕРОВ



По косвенным адресам

Вряд ли найдется человек, который никогда не получал писем. Поэтому все знают, что на конверте обязательно должен быть написан адрес получателя. Скажем, такой: Сочи, ул. Зеленая, 16, Иванову К. В. Адрес этот однозначно определяет куда и кому должно быть доставлено письмо.

Но встречаются и другие способы адресации. Например: Ялта, ул. Солнечная 25, Сидорову А. В. (для Иванова К. В.). Улавливаете отличие? Автор письма указывает не непосредственно адрес сочинского Иванова, а адрес ялтинского Сидорова, который знает адрес Иванова из Сочи.

Программист назвал бы адрес, указанный на первом конверте, прямым, а на втором — косвенным. В отличие от прямой адресации, где указывается адрес команды или числа, при косвенной адресации указывается «адрес адреса». Такой прием значительно расширяет возможности программирования. Однако для многих владельцев микрокалькуляторов команды косвенной адресации служат камнем преткновения; некоторые же искренне полагают, что эти команды вообще ни к чему.

Действительно, набор прямых команд позволяет составлять программы, решающие сравнительно широкий круг задач. Но эти команды оказываются бессильными, когда надо сортировать вводимую информацию, перебирать числа, записанные в разных адресуемых регистрах, варьировать адреса переходов... Именно в таких случаях команды косвенной адресации и оказываются совершенно незаменимыми.

Команды косвенной адресации выполняют те же функции, что и их прямые аналоги, то есть считывают информацию из адресуемых регистров и записывают в них числа из операционного регистра X, служат для безусловной и условной передачи управления, обращения к подпрограммам. Все команды, использующие косвенную адресацию, начинаются с буквы (клавиши) К, например КП6, КИПА, КБПЗ. Несмотря на то что для набора подобных команд используются три клавиши, каждая из них размещается в одной ячейке памяти.

А теперь о работе команд косвенной адресации.

Команды косвенной записи в регистры записывают содержимое регистра X не непосредственно в регистр, указанный в команде, а в тот регистр, номер которого записан в указанном регистре. Аналогично действуют и команды косвенного считывания, и команды косвенной передачи управления.

Например, если в R 7 записано число 5, а в R 5 — число 10, то команда КИП7 вызовет в регистр X число 10, то есть содержимое регистра, номер которого записан в R 7; команда же косвенной записи КП7 в этом случае запишет содержимое RX в тот же, пятый регистр, а команда КБП7 передаст управление на адрес 05. Иначе говоря, при косвенной адресации регистры, упоминаемые в командах, используются не как хранилища данных, а как хранилища адресов данных.

Возникает вопрос: а как считывать содержимое регистров с буквенными именами (скажем, А или С) и как записывать в них информацию? Создатели калькуляторов разрешили эту проблему, перенумеровав все регистры ПМК подряд: регистр А числится под номером 10, регистр В — 11, регистр С — 12 и регистр Д — 13. То есть, скажем, команда КП9 при содержимом регистра 9, равном 11, передаст число из LRX в регистр В.

Однако все сказанное выше относится лишь к косвенным обращениям к регистрам с именами 7, 8, 9, А, В, С и Д; при использовании других регистров происходят вещи еще более интересные. А именно: хранящиеся в них числа модифицируются, то есть изменяются во время косвенной команды, и обмен происходит по этому модифицированному адресу.

Изменение состоит в том, что содержимое регистров 0, 1, 2 и 3 уменьшается на единицу, а содержимое регистров 4, 5 и 6 на единицу же увеличивается. Например, если в регистр 1 записать число 8, то по команде КИП1 содержимое R1 будет уменьшено на единицу и станет равным $8 - 1 = 7$, а затем в регистр X будет передано число не из восьмого, а из седьмого регистра.

Зачем эти сложности? Зачем по имени одного регистра искать имя другого, да и учитывать еще, что имя это может быть не тем, что записано в первом... Вроде бы то же самое, как ехать из Москвы в Ленинград через Владивосток или Игрку. Тем не менее косвенная адресация оказывается весьма полезной при программировании.

Заметим, что, кроме команд типа КПН, КИП N (N — имя регистра), описанных в инструкции, в ПМК «Электроника» БЗ-34, МК-54 и МК-56 можно использовать команды КП↑ и КИП↑. Эти команды обращаются за поиском адреса к нулевому регистру, но в отличие от команд КП0 и КИП0 не меняют его содержимого. Это незна-

чительное на первый взгляд различие оказывается очень важным.

Дело в том, что чаще всего операции косвенного считывания и записи имеют циклический характер (в этом вы убедитесь при разборе приведенной ниже программы), циклы же удобно организовывать с помощью специальной команды цикла FLM (M — номер регистра от 0 до 3). Но эта команда сама постоянно модифицирует содержимое записанного в ней регистра, уменьшая его на единицу, и поэтому для организации подобного процесса приходится использовать два регистра: один как счетчик цикла, второй как указатель адреса считывания.

Например, если по ходу решения задачи надо последовательно вызывать числа из регистров, расположенных подряд, то приходится писать фрагмент типа а.КИП0... FL1 а (а — это адрес). Когда же регистры наперечет, то экономия хотя бы одного из них — большое дело. Использование команды КИП↑ как раз и позволяет провести подобную экономию, записав вместо приведенного фрагмента такой: а.КИП↑... FL0 а. Здесь R 0 выступает и как счетчик, и как указатель регистра, и при этом не происходит двукратного вычитания единицы из его содержимого (командами КИП↑ и FL 0).

Теперь рассмотрим программу, составленную москвичом А. Бойко, в основе которой лежит использование косвенной адресации. Математически задачу можно сформулировать так: имеется набор некоторых величин (x_i), и необходимо вычислить процентный вклад каждой из них в общую сумму.

Такая задача может возникнуть, например, при необходимости определить процентное содержание компонентов сложной смеси веществ, годится она для определения вклада каждого члена коллектива в общую работу и т. д. и т. п. Вот эта программа:

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0 1	—	PO	Сх	КИП	FL0	04	ИПД	С/П	↑
1 Fx	—	Fx≠0	29	XU	КИП	ИПС	+	ПС	1
2 1	ИПД	1	+	ПД	—	Fx	БП	07	ИПС
3 2	FL0a	+	ПС	ИПД	1	—	ПД	КИП	ИПС
4 +	КИП	Fx=0	34	С/П	—	—	—	—	—

Инструкция. 1. Ввести программу и перейти в режим вычислений. 2. Начальный пуск: В/О, С/П. На индикаторе — 0. 3. Ввод: x_i С/П. На индикаторе — количество введенных чисел. 4. Если данные не исчерпаны, перейти к п. 3; в ином случае набрать Fl С/П. 5. Вывод: на индикаторе 0; все результаты находятся в адресуемых регистрах начиная с нулевого и выводятся на индикатор командами ИП0, ИП1 и т. д. (Примечание: максимальное количество данных, которое может обработать программа, равно 12. В случае, если это число превышено, на индикаторе появляется сообщение ЕГГОГ. Если после этого нажать клавишу С/П, начнется обработка введенных данных, от x_1 до x_{12} .)

Рассмотрим, как работает эта программа.

По адресам 00—06 записаны команды, проводящие предварительную очистку всех адресуемых регистров; здесь как раз и используется пара команд КИП↑, FL0.

Команда 07. ИПД используется для показа количества введенных чисел.

После остановки калькулятора по команде 08. С/П вводятся анализируемые числа, которые сравниваются с числом 1 и при невыполнении равенства командой 15.КИП записываются в первый свободный регистр начиная с нулевого. Затем введенное число суммируется с ранее поступившими числами (команды 16—18), проверяется, не превысило ли количество загруженных данных 12 (точнее, не превысил ли номер первого свободного к тому времени регистра 11), и если нет, то управление передается на команду по адресу 07 для продолжения ввода — в противном случае попытка извлечь квадратный корень из отрицательного числа ($26.F\sqrt{}$) приводит к остановке калькулятора и выводу на индикатор сообщения ЕГГОГ. Нажатие клавиши С/П приведет к пропуску команды, записанной по следующему адресу (27.БП), и переходу к заключительной части программы — вычислению процентов. К этой же части программы мы попадаем и при вводе числа 1, завершающего набор анализируемых величин.

Вычисление процентного вклада исходных величин происходит с помощью команд, записанных по адресам 29—44. Перебор регистров здесь организует команда 38.КИПД, причем делает это, так сказать, в обратном порядке: ведь сначала в РД находится имя последнего заполненного регистра.

В этой программе использована косвенная адресация без модификации адреса. Причем в первой части программы эта модификация убрана принудительно, заменой команды КИП0 на КИП↑. Благодаря этому удалось использовать команду организации цикла. Однако часто модификация на руку программисту: бывают ситуации, когда в цикле значение его параметра должно уменьшаться на единицу дважды. Тогда команды цикла и «обычные» команды косвенной адресации прекрасно уживаются.

В общем, одного рецепта на все случаи жизни дать нельзя. Важно лишь, что привычка использовать команды косвенной адресации значительно обогащает арсенал приемов программиста.

Д. МАРКОВ



Воспитание обезьяны

Б. ГРЖИМЕК

Два месяца меня не было дома, и в экспедиции я почти забыл, что в моей квартире проказничает маленький бесенок — детеныш шимпанзе. Узнает ли Ула чужого дядю в незнакомого одежде, да еще с бородой, которую я успел отрастить? Но, смотрите-ка, вот она несется через комнату, исторгая свое восторженное «ух-ух-ух», подает мне руку и даже протягивает губы для поцелуя!

Неужели узнала? Восторженные папаша, которых после разлуки подобным же образом встретил бы полуторогадовый ребенок, не усомнились бы в этом ни минуты. Но я ведь зоопсихолог, давно наблюдаю за животными. Я знаю, что Ула зачастую столь же радостно приветствует и незнакомых людей, которые ей показались привлекательными: садовника, стригущего газон, прачку, пришедшую стирать белье, или навесившего нас друга, которого увидела впервые в жизни.

Взрослые человекообразные обезьяны обычно не скоро забывают близких людей. Так, когда профессор Брандес, бывший директор Дрезденского зоопарка, после двухлетнего перерыва вошел в обезьянник, шимпанзиха Зана издала узнала его по голосу и приветствовала восторженными воплями. А молодой самец-орангутан, которого Брандес вырастил из крошечного детеныша, молча, как это водится у орангутанов, следил за ним взглядом и без малейшего сопротивления позволил обследовать себя, охотно открывая рот и показывая зубы.

Но Ула еще совсем мала. В ее полтора года нельзя ждать от нее большего в смысле разумных действий, чем от ребенка чуть более старшего возраста. Обогрев под кварцевой лампой, теплая спальня и обдуманная диета — еще далеко не все, что необходимо бэби-шим-

панзе. В первую очередь нужна любовь. Оказавшись в непривычной обстановке, зверюшка без матери может докричаться до полусмерти, если никого не будет рядом, кто бы сжалился и взял ее на руки. Ведь у детеныша шимпанзе сильное врожденное стремление за кого-нибудь уцепиться и прижаться, ища защиты, тепла и ухода. Стоит лишь приоткрыть транспортный ящик, как несчастное создание, громко плача, протискивается сквозь щель и с криком бросается на шею первому попавшемуся человеку, крепко обхватывая ее руками и ногами. Только так малышка чувствует себя в безопасности и, успокоившись, затихает.

Уложить это существо спать в клетку — дело нелегкое. Завидя свою клетку с корзинкой для сна, обезьянка старается как можно крепче обхватить шею человека. А стоит попытаться разжать ее судорожные объятия, как раздается душераздирающий крик. Иной раз зверек в отчаянии может даже укусить. Оказавшись все же в клетке, малышка может впасть в форменное бешенство: рвать на себе волосы, лупить кулачками об пол или падать на спину, брыкаться во все стороны ногами, как капризные дети. Но стоит уйти, погасив свет в комнате, как обезьянка быстро смиряется со своей участью и, убедившись, что никого поблизости нет, укладывается спать в корзинку, скрестив руки и ноги на груди. Но если кто-нибудь приблизится к клетке, то извещения полного отчаяния начнутся заново.

Поэтому в зоопарках (если там вообще соглашаются принять маленьких шимпанзе) стараются взять сразу двух примерно одновозрастных детенышей. И хотя их надо одновременно брать на руки, зато, опуская на пол, можно не бояться, что они поднимут крик. Надо делать это быстро, чтобы обезьянки тут же ухватились друг за друга, — и тогда все будет в порядке.

Рожденный во Франкфуртском зоопарке крошка-шимпанзе только к семи-месячному возрасту отважился сидеть в некотором отдалении от мамы, не держась за ее шерсть. А прежде он каждый раз ожесточенно сопротивлялся, когда мамаша пыталась отцепить от себя его ручонки. Чтобы научить его ходить, самке приходилось держать его за обе ручки. Потом она начала ставить дитя возле решетки, заставляя держаться за нее руками, а сама отходила на метр

Из книги Б. Гржимека «Мы вовсе не такие», готовящейся к выпуску в издательстве «Прогресс».

и старалась подманивать его к себе. Но поначалу ничего, кроме отчаянного крика, из этого не получалось, и мамаша сдавалась — протягивала длинную руку и прижимала вопящего отпрыска к груди.

Ула, конечно, испытывает удовлетворение, когда хозяйка повсюду таскает ее с собой. Она отчаянно защищает эту свою привилегию — стоит кому-нибудь попробовать ее отнять — тут же укусит. Однако большую часть дня маленький бесенок носится по дому. И для укладывания на ночь уже не требуются две персоны, чтобы водворить ее в клетку. Теперь в большинстве случаев все обходится мирно: малышка за несколько недель, проведенных в доме, поняла, что скандалами, криком и кусанием ничего не добьешься.

Только так можно обходиться с шимпанзе — самыми вспыльчивыми и нервными среди человекообразных обезьян. Битьем тут ничего не добьешься.

Настроение и поступки взрослых шимпанзе зачастую непредсказуемы. Если, например, каждый раз, подходя к клетке, протягивать им лакомство, они могут поднять скандал, когда забудешь это сделать.

Когда Улу хозяйка изругает или отшлепает, обезьянка иногда может разозлиться и укусить человека, совершенно непричастного к наказанию, случайно оказавшегося поблизости. Но никогда хозяйку! Хозяйка неприкасаема. А зло ведь можно выместить и на ком-нибудь другом...

Исследователь животных Штеммлер рассказывал, что однажды шимпанзе, к которому он зашел в клетку, выкрал у него из кармана ключи от клетки. А поскольку обезьяна прекрасно знала, как обращаться с ключами, ситуация стала опасной. Тогда Штеммлер дико закричал (на обезьяний манер), чем смутил ворешку: тот неохотно протянул ему ключи. Но опытный исследователь знал, что попытка взять ключи из протянутой руки все же может привести к припадку бешества у шимпанзе. Поэтому он продолжал орать не своим голосом, пока та не положила украденные ключи ему обратно в карман. Если бы он начал тянуть за связку ключей, зажатую в руке шимпанзе, та стала бы сопротивляться наглому посягательству на ее добычу.

Нельзя и убегать от нападающей обезьяны или испуганно отшатываться пе-

ред ее ложным выпадом (которыми они, как правило, стараются утешить противника), потому что тогда обезьяна может убедиться в своем огромном физическом превосходстве над человеком. И впоследствии будет этим беззастенчиво пользоваться.

Так как же все-таки надо воспитывать обезьяну?

«Я предпочитаю молодых шимпанзе, которые пытаются на меня напасть, — сказал один из знатоков человекообразных обезьян, — тем, кто боязливо забивается в угол клетки. Потому что они уже приобрели горький опыт от общения с людьми. А вот карапуз, который смело на меня наступает, тот еще не знает, что я собой представляю. Он вскоре поймет, что со мной можно подружиться и кусать меня совершенно не за что. С новичком я поступаю обычно так: сначала кладу корм в клетку и сижу рядом, пока он ест. Постепенно новичок становится все доверчивей и вскоре берет корм из рук. Дело на мази, если обезьянка начинает сначала робко, а потом смелей исследовать мои руки, затем лицо. Инициатива сближения должна исходить только от нее, а не наоборот. В клетку предпочтительно вползает на четвереньках, изображая из себя в некотором роде обезьяну, потому что выпрямившийся во весь рост большой человек действует на малышек шимпанзе устрашающе. Когда животные попривыкнут ко мне, играют со мной или дразнят меня, тогда и я, как бы играя, могу запустить пальцы к ним в рот, исследовать зубы, пощупать их руки и ноги. Ибо еще не скоро наступит день, когда они дадут обследовать себя всерьез».

Когда человекообразная обезьяна решит врачу дотрагиваться до болезненных мест в неудобной для нее позе — тогда можно считать ее по-настоящему ручной. Именно этого и необходимо добиваться, общаясь с молодым шимпанзе, потому что позже, когда он заболит или поранится, нельзя будет его ни обследовать, ни лечить.

Можно удивляться, что с собой позволяет делать обезьяна, если она подружилась с человеком. Я, например, собственноручно вырвал зуб у самочки-резус по кличке Рези, и не пришлось ее держать, а тем более связывать. Одному крупному самцу шимпанзе необходимо было удалить очень болезненный зуб. Он расшвырял в стороны четырех служи-



телей, которых позвали, чтобы удержать его в кресле. Своему же служителю он без малейшего сопротивления разрешил выдернуть больной зуб. А другая обезьяна позволила владельцу ампутировать ее гангренозный хвост, героически терпела боль, пока он натягивал кожу на культю и зашивал.

Вот и наша маленькая Ула разрешала себя обследовать и лечить. Только с лекарствами ничего не получалось: невкусные вещи она всегда отвергала, а сладкие дражированные шарики не желала глотать, потому что, когда обезьяны болеют, они вообще ничего не едят.

От опасности Ула спасается не на деревьях или на шкафах, а быстро взбирается к кому-нибудь из нас на руки. Если вы хотите, чтобы обезьяна от вас не удирала, ей надо предоставить возможность резвиться на дереве (что к тому же совершенно необходимо для такого активного животного). Если обезьяна не желает или боится спуститься с дерева на землю, за ней приходится лезть (хочешь стать воспитателем обезьян — учись лазить). Разумеется, дерево надо выбрать предварительно: оно должно стоять особняком, чтобы обезьяна не

Скрестив на животе руки и ноги, Ула засыпала в бельевой корзине

могла перебраться на рядом стоящие деревья. Иначе она быстро сообразит, что ее невозможно поймать. Если же ее несколько раз снять с отдельно стоящего дерева, куда она залезла, то она вскоре начнет и сама с него спускаться на ваш зов.

Мою макаку-резус Рези в свое время сильно напугал заряд дробы, пущенный из рогатки. Он произвел чудодейственный эффект. И хотя несколько дробинок не могли причинить особой боли такой крепкой, малочувствительной зверюшке, тем не менее она в ужасе бросилась ко мне. Впоследствии хватало только одного вида рогатки, чтобы Рези моментально возвратилась на зов. По-видимому, обезьян приводит в полное недоумение то обстоятельство, что человек способен причинить боль даже тогда, когда находится на расстоянии. Но если обезьянка добровольно вернулась, то наказывать ее за побег абсолютно неверно. Она бы не поняла, за что ее наказывают — она ведь пришла! Поэтому беглянку, после того как она окажется снова у вас в руках, надо нахваливать и ласкать. Даже если готов лопнуть от злости.

Как часто, между прочим, пренебре-



В прохладные дни мы всячески «утепляли» маленькую обезьянку

гают этим правилом и в воспитании молодых собак!

Весь наш дом Ула рассматривает как игрушечный магазин, в котором она может пользоваться любой вещью. Не обходит она своим вниманием и игрушки ребят. Наш старший — Ро каждый раз чуть не плачет, обнаружив, что Ула опять, в который раз, распаковала коробку с железной дорогой, растащила детали по комнатам и не желает отдавать.

Правда, заводные игрушки, которые могут двигаться сами по себе, вызывают страх у маленькой шимпанзе. Зато она самозабвенно играет со спичечным коробком: высыпает из него и собирает спички. Поначалу она охотно задувала зажженные спички, но только до тех пор, пока не обожглась. Она деловито выгребала все кубики из ящика, раскидывала их по полу, а затем, с сознанием исполненного долга, усаживалась посреди этого разгрома, прижимая к себе своего любимца — большого плюшевого мишку. Этого уже весьма потрепанного медведя Ула полюбила всей душой. Она всюду таскала его за собой, втаскивала с огромным усилием на диван или кресло и усаживалась рядом. Если его отнимали, она с воплями бежала следом.

Однако к этому большому, лохматому компаньону она привыкала с трудом. Должно было пройти основательное время, прежде чем Ула прониклась к нему доверием. Она вообще боялась любых

кукол и плюшевых зверей. Знакомить ее с ними, насильно подсаживая их или беря вместе на руки, — дело безнадежное: Ула либо судорожно вцеплялась в человека, либо старалась улизнуть, да еще и укусить от волнения. Если оставить «страшное существо» в комнате и уйти, обезьянка будет долго наблюдать за ним из укрытия, следить, не пошевелинется ли оно. Постепенно и осторожно она подходит ближе, затем делает ложный выпад в сторону «противника» и начинает скакать вокруг, колотя ногами и кулаками об пол. Если и тогда ничего не происходит, она берет другую (уже привычную) игрушку или знакомый предмет и пододвигает поближе к новичку. Или бросает им в него. Если после всех этих предосторожностей ничего ужасного не происходит, Ула смелеет и, убедившись в безобидности новичка, начинает с ним знакомиться, а иной раз может и подружиться.

Должен заметить, что и игра в пятнашки или салочки тоже не наше, человеческое, изобретение. В нее ведь с упоением играют даже котята, лисята и косули. А для Улы это еще прекрасная возможность нас подразнить. Сначала она с вызывающим видом, стуча ногами и руками об пол, выбегает навстречу, но стоит попробовать ее схватить, как опроте-

тью бросается под стол или под другую мебель, куда мы не в силах протиснуться. Если мы не расположены играть, а ей очень хочется, она тербит нас за одежду, может даже сотворить что-нибудь недозволенное — важно вывести нас из себя и заставить за ней побегать. Если мы не выдерживаем характер и с проклятиями пытаемся изловить хулиганку, она бывает очень довольна: добилась своей цели. Преследование превращается в увлекательные пятнашки.

Ну как тут всерьез разозлиться?

Зимой, когда исчезли бананы и было мало свежих фруктов, Ула поскулила, стала вялой и хворой. Анализ крови, сделанный в детской клинике, объяснил причину отсутствия аппетита у обезьянки: малокровие. Поскольку в строении организма человекообразных обезьян мало принципиальных различий с нами, и уж во всяком случае у нас с ними куда больше общего, чем с любым домашним животным, то человеческий доктор лучше может определить причину недомогания шимпанзе, чем ветеринар.

Поначалу Ула была лишь сенсационным пациентом клиники, но вскоре выяснилось, что она один из самых послушных и терпеливых посетителей. Когда ее приносили в кабинет в бельевой корзине, она с серьезным видом протягивала руку для приветствия врачам и сестрам и не сопротивлялась во время обследования (важно было лишь, чтобы один из членов семьи при этом присутствовал). Решили сделать ей переливание крови, которое могло улучшить состояние обезьянки. Определили ее группу крови (у человекообразных обезьян схожие с человеком группы крови). В качестве донора предложил свою кровь, требуемой группы А, наш приятель, кинорежиссер Пауль Либеренц.

Однако влить обезьянке донорскую кровь оказалось делом нелегким. Даже маленькому ребенку труднее попасть иглой от шприца в вену на руке, чем взрослому человеку. А у Улы не только вена была тонкой, да еще и кожа грубой: прокалывалась она с трудом, а вена под ней все время ускользала в сторону, и мы втроем — два врача и я — целых двадцать пять минут никак не могли попасть иглой куда следовало. А Ула покорно протягивала свои худенькие ручки — то одну, то другую — и следила за нашими манипуляциями. В какой-то

момент она ухватила иглу, пытаясь уколоть себя в руку.

Густая, почти черная кровь, стекающая в пробирку из руки донора, действовала на обезьянку чудодейственно. Во всяком случае, маленькое вялое существо ожило буквально на глазах. Да и кровоточащие десны после лишь однократного введения витамина С пришли в норму.

В старых книгах об обезьянах можно найти упоминание о «гнилостности ротовой полости», свойственной этим животным. По-видимому, эта болезнь нападала на обезьян, которых везли в Европу долгим морским путем. Лечили их втиранием в десны лимонного сока, и, как правило, спустя четыре — шесть недель болезнь удавалось побороть. Ясно, что «гнилостность рта» была не чем иным, как цингой, вызываемой недостатком витамина С в организме. Во всяком случае, когда время в пути сократилось и обезьянам на современных судах обеспечили фруктовую диету, болезнь почти полностью отступила.

Заболевание же нашей Улы — наглядный пример того, что обезьяны, привыкшие на воле почти полностью питаться зелеными кормами и фруктами, нуждаются в гораздо большем количестве витамина С, чем мы, люди.

А то, что у человекообразных обезьян схожие с нашими группы крови, многих людей весьма поражает. Но общность на этом отнюдь не ограничивается. Известно, что анализ на белок позволяет выяснить принадлежность следов крови. Иногда человеческая жизнь зависит от того, удастся ли следствию доказать, что кровавые пятна на тополе — следы не человеческой, а куриной крови. Пробы крови позволяют отличить бычью кровь от свиной, кошачью от тигровой, заячью от барсучьей и так далее. Однако установить разницу между ослиной и лошадиной, собачьей и волчьей кровью не удастся, потому что эти животные слишком близродственны между собой и имеют общих предков. Вот и шимпанзе не отличишь от человека по анализу крови. Правда, исследования во Франкфуртском зоопарке показали, что, несмотря на близость основных групп крови, тем не менее переливание людской крови человекообразным обезьянам иногда противопоказано. Все-таки обезьяна есть обезьяна.

Перевела с немецкого Е. ГЕЕВСКАЯ

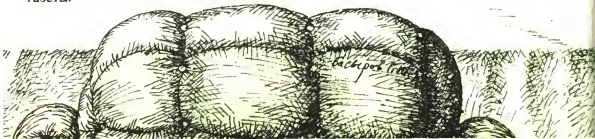


Фантастика

Семейная хроника аппаратчика Михина

Михаил КРИВИЧ,
Ольгерт ОЛЬГИН

История, которую мы собираемся рассказать, тянется так долго, что к ней успели привыкнуть, как привыкают к звуку соседского телевизора. Разве что женщины посудачат иногда во дворе. А что же компетентные организации, которые могли бы сказать свое веское слово? Воздерживаются, решительно воздерживаются. И, знаете, их можно понять, ибо дело тонкое, а с компетентных спрос особый. Да и мы, хоть и знаем правду, сказать всего не можем, опасаясь нанести вред семье Михиных. Представьте: рассказ попадет в руки детям и они узнают тайну своего появления на свет... Вот почему, не отступая от фактов, мы изменили имена героев и приняли некоторые другие меры предосторожности. А в подтверждение истинности происшедшего приведем выдержку из областной газеты:



БОЛЬШАЯ СЕМЬЯ (от наш. корр.). На химкомбинате всем известны имена передового аппаратчика цеха биологически активных веществ, изобретателя и рационализатора Эдуарда Саввича Михина и его супруги Людмилы Федоровны, старшего экономиста. Работают они на предприятии с самого пуска, их портреты украшают Доску почета. И в семейной жизни они служат для всех примером: вырастили и воспитали четырнадцать детей. Семья Михиных большая и дружная. Дети отлично учатся, помогают старшим. А по выходным все вместе выезжают на садовый участок...

В этой корреспонденции было еще много разного. Заметим только, что речь шла об Н-ском химическом комбинате, расположенном в молодом городе Н., который стоит на полноводной реке М., куда комбинат ничего дурного не сбрасывает, отчего рыбалка в тех краях по-прежнему хороша. Однако Михин не имеет для нее времени и лишь слушает рассказы других аппаратчиков, у которых детей раз-два и обчелся. Слушать он ходит в курилку, хотя сам, после того как появилась на свет третья, Аня, бросил курить раз и навсегда. Но если хоть разок не заскочить в курилку, то смена будет не в смену: новости-то не только в газетах, их, новостей, вон сколько, ни одна газета не вместит.

Заканчивалось селекторное совещание. Генеральный директор, без пиджака и без галстука, сидел один в огромном пустынном кабинете. Было только начало десятого, но рубашка уже прилипла к директорской спине.

Все, кто участвовал в селекторном, берегли силы в предчувствии дневного пекла. В другую погоду они спорили бы и выкладывали взаимные претензии, ругали бы сбыт и снабжение, всем миром обрушились бы на железную дорогу, которая опять недодаст вагонов,— натуральный радиоспектакль. А сейчас в тягостные паузы из динамиков разносилось комариное жужжание директорского вентилятора.

Генеральный чуть повернул вентилятор, чтобы тепловатый воздух бил прямо в лицо, резиновая лопасть шлепнула по запястью, директор отдернул руку и чертыхнулся.

— Это вы мне?— раздался хриплый голос из динамика.

— Не тебе. Хотя и заслуживаешь. Ты сколько вчера отгрузил?

— Сколько было, столько и отгрузил,— нахально сказал хриплый.

— Ладно,— ответил директор и налил себе воды из сифона.— К главному энергетнику есть претензии? К главному механику? Нет? Ну и ну. Все свободны.

Директор уже протянул руку, чтобы отключить селектор, как раздался неуверенный голос Полешука, начальника цеха биологически активных.

— Минуту... Тут у нас такое дело...

— Я тебя слушаю, Василий Романович.

Селектор молчал. В его тишине слышалась общая неприязнь к Полешуку, который тянет резину, да еще в такую жару, пропади она пропадом.

— Мне бы с глазу на глаз,— промямлил наконец Полешук.

— Выкладывай, тут все свои.

— Значит... Как бы сказать...— тянул Полешук, и все представляли, как он тербит очки на крупном мясистом носу.

— Так и скажи,— отрезал директор. И тут Полешук собрался с духом.

— У нас в цехе подкидыш,— выпалил он.— Девочка.

Селектор грохнул. Смеялись в основных цехах и вспомогательных, хохотали на складах и очистных сооружениях, прыскали в лабораториях и отделах.

— Прекратить!— заорал генеральный директор.— Что за шутки, Полешук? Какой еще подкидыш?

— Обыкновенный. То есть обыкновенная. Женщины говорят, месяцев пять. Михин, аппаратчик, в смесительном отделении нашел. Разрешите, мы ее к вам привезем.

— Очумел?— растерялся генеральный.— Ко мне-то зачем?

За годы директорства на разных заводах он много поведal и приучил себя к неожиданностям. Но подкидышей ему не носили.

— А куда мне девать ее?— взмолился Полешук.

— Вези,— ответил директор и вырубил аппарат.

Четверть часа спустя в кабинет ввалилась процессия. Впереди шел грузный Полешук в неизменных подтяжках поверх клетчатой рубашки, за ним Михин, одетый, несмотря на жару, в черный кислотозащитный бушлат, бахилы и пластмассовую каску. В протянутых руках Михин держал нечто завернутое в брезент.

За Михиным бочком вошла его жена Людмила, потом дородная дама, предцехкома биологически активных, за ней директорский шофер, секретарша, две лаборантки в почти прозрачных белых халатиках и еще несколько человек — генеральный персонал разглядывать.

— Разматывайте! — приказал он, в глубине души еще надеясь на розыгрыш.

Михин шагнул к длинному, словно трамвай, столу, покрытому зеленым сукном, и бережно положил на сукно сверток. Сверток издал неопределенный звук. Михин развернул выгоревший брезент, потом мужскую рубашку, розовую в полосочку, — и каждый, кто стоял поблизости, увидел то, чему не место на служебных столах. Голубоглазое существо с редкими светлыми волосами на круглой головке дрыгало пухлыми ножками и радостно улыбалось, приглашая всех разделить лучезарное настроение.

— Девочка! — выдохнула Людочка Михина и торжествующе поглядела на директора.

Народу между тем все прибывало, люди протискивались в кабинет без разрешения, чего не случилось ни до, ни после. Михин вытащил из кармана папиросы, но Людмила посмотрела на него сурово, и Эдуард Саввич сунул пачку в карман.

— Рассказывай, — коротко приказал директор.

Аппаратчик высшего разряда Михин не любил торопиться. В цех он приходил за полчаса до смены, в журнале «сдал-принял» расписывался медленно, аккуратно и полностью: Михин Э. С., без всяких росчерков и закорючек. Дома он тоже был рассудителен и спокоен; впрочем, настоящим домом они с Людмилой как-то не обзавелись, а жили в семейном общежитии, где кухня общая, и вешалка для пальто не в коридоре, а в комнате.

Детей у Эдуарда с Людмилой не было, отчего — не наше с вами дело, а когда нет детей, то нет и домашнего очага. Н-ский комбинат был для Михиных четвертым. Всякий раз они вычитывали в газете очередной адрес, собирали нехитрые пожитки и трогались к новому месту. Аппаратчика высокого класса, да еще рационализатора, с трудом отпускают и с легкостью берут, да и экономисты на улице не валяются. Так что принимали Михиных хорошо, записывали в очередь на квартиру, но нигде они ее так и не дождались. Вечерами они ходили в гости или принимали гостей, пели под гитару и пили крепкий чай. Не станем злословить, но, может быть, из-за малости домашних забот и приходил Михин в смену пораньше, а уходил, напротив, попозже.

В тот день Эдуард Саввич пришел в бытовку загодя, все с себя снял и развесил по крючкам, надел рабочее, от нательного белья до бушлата и бахил, и пошел в операторную.

Аппаратчик, которого Михин сменял, обходил напоследок длинный ряд приборов — показометров, как говорили в цехе. Эдуард Саввич молча пошел рядом, запоминая то, что поважнее. Не вдаваясь в подробности, он прикинул контуры предстоящей смены. То был не расчет, а интуиция, которой так гордятся grossмейстеры, играя запутанные миттельшпили: в расчетах черт ногу сломит, и только чувство позиции может вывести партию к победе. Михин в своем деле был grossмейстером, это знал не только Полещук, но и генеральный директор.

Уже на правах хозяина Михин сел за пульт и спросил:

— Смещение барахлит?

— Барахлит, Саввич. Опять концентрация запрыгала. Но, думаю, смену дотянешь. В клуб с Людмилой вечером придешь?

Михин и сам знал, что смену дотянет, хотя за узлом смещения нужен глаз да глаз. Чтобы не вдаваться в подробности, скажем только, что оксонитродигидропентадиион сразу после второй ректификации смешивался здесь с присадками и активными добавками и шел на предварительную экстракцию. В этом клубке насосов, форсунок и дозаторов что-то без конца ломалось, лопалось, протекало. Редкий день не приходили сюда люди со сварочными аппаратами, но режим скакал и после ремонта. Перья выписывали на диаграммной бумаге кренделя, не предусмотренные регламентами, а иногда самописец выдавал такой Эверест, что другой аппаратчик впал бы в панику. Но grossмейстер Михин знал, что делать: он отключал автоматику, надевал брезентовые рукавицы и крутил вентили вручную.

Генеральный раз в неделю устраивал разносы Полешуку, звонил куда следует, приезжали наладчики и проектировщики — а месяц спустя Михин вновь натягивал брезентовые рукавицы.

Сегодня концентрации плясали не слишком, и Михин отложил личный осмотр смесителя на потом. Он прошел вдоль показометров, записал, что надо, сорвал с самописцев куски диаграмм и снес технологу, расписался в журнале анализов, который принесла молоденькая лаборантка. Все шло своим чередом.

Эдуард Саввич сдвинул на затылок каску, отер лоб и вышел в коридор, где стоял автомат с газировкой. Бросил вдоль картонный стаканчик щепоть соли, нацедил шипучей воды и с удовольствием выпил. Полез в бушлат за папиросой, чтобы размять по дороге в курилку, — и тут он услышал странный звук.

Звук доносился оттуда, из проклятого места, справа от ректификационных колонн. Михин прислушался — вдруг ошибка? Как же, ошибешься: то нарастая, то исчезая вовсе, тонкий писк шел от узла смещения. Похоже, что прорвало коммуникацию, и теперь зудит, повизгивает струя пара.

Михин помчался на звук, как матерый пес по следу, и слух безошибочно вывел его к переплетению труб сразу за вторым насосом. Эдуард Саввич натянул каску поглубже, пригнулся и полез под колено трубы. Капнуло за ворот бушлата, тонкая струя пара клюнула в щеку. Звук приблизился. Нырок под другую трубу — и Михин очутился в крохотном пространстве между пропотевшими пупырчатыми теплообменниками. Теперь звук был за спиной.

Эдуард Саввич обернулся. На полу, в лужице теплого конденсата, лежал младенец и сучил ножками.

Аппаратчик Михин одернул левый рукав и посмотрел на часы. Часы показывали 9.27. «Запомнить и записать в журнал», — мысленно отдал себе приказ Эдуард Саввич.

Если вы никогда не были на Н-ском комбинате, то вряд ли и представляете себе, какое это огромное хозяйство. Однако историю с подкидышем здесь знали в подробностях еще до того, как младенца, запеленутого и завернутого в атласное одеяло, вынесли из директорского кабинета. Пеленки и одеяло принесла неведомо откуда дорожная дама из цехкома.

За двадцать минут до этого в кабинете была неразбериха. Голубоглазая блондиночка, развалившись на столе, поочередно улыбалась Михину, Полешуку, генеральному директору и Людмиле.

— Ну вот что, — говорил генеральный, выгадывая время. — Вы что, детей не видели? Все на рабочие места! Вызвать милицию, пусть разбираются. Девочку в медсанчасть. Пусть свяжутся с детдомом... нет, с домом матери и ребенка. Ты, Полешук, останься.

Народ стал расходиться, Михин тоже собрался двинуться к себе, но тут из-за его спины выскочила Людмила и закричала пронзительно, наступая на директора:

— Какая милиция? Какой детдом? Никому не отдам!

И все сразу поняли, что Людочка Михина никому не отдаст ребенка.

— Оксаночка моя, — сказала она и взяла девочку на руки. И все опять поняли, почему Оксаночка: кто ж на заводе не знает про оксонитродигидропентацион.

Людмилу с запеленутой Оксаной усадили в директорскую «Волгу» и отвезли в малосемейное общежитие. На следующий день в коридоре появилась еще одна коляска. Так уж заведено: пальто держат в комнатах, а коляски в коридорах.

Странная история. И в самом деле, откуда за вторым насосом подкидыш? На этот вопрос не смогли ответить ни следователь Матюхина, ни сам подполковник Смирнов, лично осмотревший место происшествия. Матюхина предположила, что девочку подбросила мать-кукушка из числа работающих на предприятии. Подполковник посмотрел на нее таким выразительным взглядом, что с той минуты она лишь записывала чужие мнения и не высказывала своих. В Н-ске все матери на виду, городок-то — полчаса из конца в конец. Надо быть чокнутой, чтобы подбрасывать девочку под узел смещения, да еще совершенно голенькую, без самого захудалого приданого. И потом, куда эта мать подевалась, и где она младенца рожала, в каком роддоме?

Смирнов задавал вопросы, Матюхина записывала. Генеральный думал о том, что цех биологически активных пора ставить на капремонт.

Оксаночка хорошо набирала вес и развивалась нормально. Михины получили однокомнатную квартиру, правда, на первом этаже, зато коляску не таскать.

Год спустя, когда Оксаночка уже бойко топала ножками, появилась Маринка. Был такой же душный летний день. Эдуард Саввич словно предчувствовал что-то. Накануне он попросился в утреннюю смену, хотя ему было выходить в вечер. Михин редко о чем просил, ему не отказали. Позже он сказал Людмиле: «Будто в воду глядел». В общем, Эдуард Саввич оказался в смене как раз в ту минуту, когда настала пора принять младенца.

На смещении с утра работали сварщики, и около полудня Михин отправился взглянуть, не оставили ли они по разгильдяйству инструмент. Прежде инструмента никто не оставлял, и сейчас его там не было. А на том самом месте, где когда-то дрыгала ножками веселая Оксаночка, лежала задумчивая Маринка. Тоже голенькая, тоже примерно пятимесячная.

Полешук был в отпуске. Эдуард Саввич сделал в журнале запись и, не подымая шума, пошел прямо к генеральному.

Подполковник Смирнов и следователь Матюхина прибили десять минут спустя и сразу отправились к месту происшествия. Нам нет нужды следовать за ними, тем более что в районе узла смещения опять ничего не было обнаружено — то есть ничего полезного для следствия. В протокол занесли наличие теплого конденсата на полу. Однако аппаратчики из всех смен знали, что лужа за вторым насосом никогда не просыхает.

Михины удочерили и Маринку. «Где одна, там и две», — справедливо заметила Людмила Федоровна. Она могла бы продолжить, сказав, что, где две, там и три. Третья, Анюта, присоединилась к сестрам два месяца спустя, в августе.

Если бы мы взялись за жизнеописание Эдуарда Саввича и Людмилы Федоровны, если бы замахнулись на роман о семье Михиных (а может, и замахнемся, было бы время да здоровье), то последующие осень и зима заняли в нем особое место: это была счастливая пора. Старшая, Оксаночка, уже ходила в ясли, Людмила сидела с младшими. Семья переехала в трехкомнатную квартиру. Эдуард Саввич смастерил полезные детские забавы, вроде турничков и шведских стенок. Рановато, конечно, но дети растут быстро, и к тому же было у Михина предчувствие, что Анюта в семье не последняя.

Тут, между прочим, Эдуард Саввич прекратил такое вредное для здоровья занятие, как курение. Катая Маринку с Анютой в большой близнецовой коляске, он швырнул в мокрые листья недокуренную папиросу и сказал сам себе: «Хватит». А когда Эдуард Саввич что-нибудь обещал, то никогда не шел на попятный.

В городе семья Михиных не привлекала излишнего внимания. Были, разумеется, подарки и безвозвратные ссуды, но в душу никто не лез, никто не вздыхал, когда видел девчонок-подкидышей. Правда, в отделе главного экономиста кое-кто позлословил, что, мол, Людка Михина не носила, не рожала, а ей и квартира, и подарки. Однако эти разговоры не поддерживали. Вот мужчины — те подшучивали над Михиным в курилке, куда он заходил по давней привычке: бракодел ты у нас, Саввич, девки да девки, пора мальчика завести. Михин смущенно улыбался.

Даже Людмила Федоровна забывала порой, откуда ей привалило такое счастье. Но Эдуард Саввич, в курилке ли, у пульты, по дороге ли домой, никогда об этом не забывал. Такое у него было устройство ума: анализировать и добираться до сути. Оттого он и был лучшим на комбинате аппаратчиком.

И только дома, купая малышей, Михин напрочь отключался от мыслей об их происхождении. Потому что купание детей требует сосредоточенности.

Эдуарду Саввичу было что анализировать. Оксана, Марина и Анюта походили одна на другую, как родные сестры. Всех трех подкинули в одном и том же возрасте. Но если между Оксаной и Мариной был год разницы, то Анюта моложе Маринки на два месяца. Разве такое возможно?

Следователь Матюхина в свое время высказывала предположение, что у девочек разные матери, но один отец или же матери — родные сестры, даже

близнецы, так что девочки — двоюродные близнецы, чем и объясняется их сходство. Мысль смелая, однако Матюхина упустила из виду одно обстоятельство или не обратила на него внимания, что вполне простительно, ибо без специальной медицинской подготовки такое можно и проморгать. Впрочем, и в нашем медицинском образовании есть пробелы, поэтому давайте обратимся к авторитетам. Вот что писал серьезнейший журнал «Анналы педиатрии»: «В течение года мы наблюдали сестер Оксану, Марину и Анну М., — трех лет, двух лет и одного года десяти месяцев. Физическое и умственное развитие соответствует возрасту, хабитус обычный, заболеваемость в пределах нормы. При биохимическом анализе крови отмечены значительные отклонения (табл. 1), не повлекшие, однако, патологических проявлений. Наиболее странным представляется отсутствие у всех трех детей umbilicus...» (Тут мы заглянули в медицинский словарь и выяснили, что красивое латинское слово переводится как «пупок».)

Михины, конечно же, знали про отсутствие пупков, но не волновались: кому он, пупок, нужен? Вам лично пупок хоть раз принес пользу?

Нет, не это встревожило Михиных, а то, что сказал им врач по поводу состава крови. И Эдуард Саввич, и Людмила Федоровна слабо разбирались в лейкоцитах и лимфоцитарной группе, но когда с кровью что-то не так, это всегда боязно. Вот Михин и боялся. И все припоминал обстоятельства. Надо же мать-кукушка! Нет пупка — нет и пуповины, а нет пуповины, то к чему девочки были привязаны, к какой еще такой матери?

До всего этого Эдуард Саввич дошел собственным умом. Но что более всего его волновало, больше даже, чем отсутствие umbilicus, так это погода. Помните ли вы, какой она была в те дни, когда в луже конденсата обнаружили младенцы? Михин помнил. Но, будучи человеком дотошным, он поднял вахтовые журналы. Всякий раз жара была чуть за тридцать при высокой влажности в сочетании со слабым юго-восточным ветром.

Эдуард Саввич не был настолько наивным, чтобы предположить, будто дети могут появиться от сочетаний тех или иных атмосферных условий. Если бы так, то детей на земле было бы то густо, то пусто. Михин принялся копать глубже. Он выписывал в столбик технологические параметры в те часы, когда были найдены Оксаночка, Маринка и Анюта. Таблица у него получилась на большой лист, но потом он сжал ее до одной строчки: О.: $P=17,5$, $v=1,1$, $C=2,2$; М.: $P=17,4$, $v=1,2$, $C=2,2$; А.: $P=17,4$, $v=1,1$, $C=2,1$.

Вам эти числа ничего не говорят? Тогда знайте, что P — это давление в аппарате, v — скорость течения оксонитродигидропентадиона, а C — его концентрация. Пролистав все журналы насквозь, Михин обнаружил, что такое сочетание параметров встречалось трижды. В те самые дни.

Эдуард Саввич переписал цифры аккуратным почерком, взял под мышку вахтовые журналы и пошел к Полещуку.

Василий Романович понял Михина с полуслова. Он нацепил очки, щелкнул себя по животу подтяжками и стал читать. Полещук пролистал журналы дважды, прикинул что-то на карманном калькуляторе и протяжно засвистел.

Василий Романович Полещук был не просто хорошим начальником цеха. Он был очень хорошим начальником цеха. Он ладил с подчиненными и никогда не ругал за глаза руководство. Со студенческой скамьи он сохранил романтическую веру во всеисие науки и непорочность воспроизводимого эксперимента.

— Опыт — критерий истины, — сказал Полещук Эдуарду Саввичу и указал перстом куда-то вверх. Михин посмотрел туда и не увидел ничего, кроме лампы дневного света.

— Данные убедительные, — сказал Василий Романович, зачем-то протирая совершенно чистые очки. — Однако до внедрения еще далеко, если внедрение вообще возможно. Да и сам знаешь: параметры могут сбежаться случайным образом. Но чем больше контрольных опытов, тем меньше возможность случайного совпадения.

Михин немножко испугался.

— Что вы имеете в виду под контрольным опытом? — спросил он, переводя взгляд с люминесцентной лампы на очки Полещука.

— То же, что и ты. Дождись дня, подгони параметры...

— И еще одну девку?— взревел Михин.

— Соображаешь,— похвалил Василий Романович.— Но прими к сведению: я тебе советов не давал. Просто дружеский разговор.

— Сейчас разговор,— ответил Эдуард Саввич и направился к двери,— а потом будет новая девка. Вы-то ее себе не возьмете.

— Не будет девки,— сказал вдогонку Полещук.— Но если станешь пробовать, узел смещения не запори. Взыщу без оглядки на эксперимент.

Михин ждал. Он ждал стечения атмосферных условий, а они никак не стекались. Он измучил всех бесконечными заявками на профилактические осмотры и ремонты. Он спал с лица и перестал заходить в курилку. И следил, следил за сводкой погоды...

День наступил в июле. Михин отключил автоматику и перешел на ручное управление. Каждые полчаса он бегал к заветному месту, где загодя, прямо на лужу конденсата, положил толстенное противопожарное одеяло. На одеяле никого не было.

Прошел день, второй, третий. На четвертый появился сын Дмитрий. Вслед за тем циклон, вторгшийся с севера, сбил на две недели погоду, а как только циклон повернул вспять, Михин обнаружил на одеяле Алешу.

Полещука мучили сомнения. С одной стороны, установлен важный естественно-научный факт, который нельзя утаивать от общественности. Но с другой стороны, под угрозой благополучие семьи. Надев выходные подтяжки, Полещук отправился к Михиним.

Эдуард Саввич варил в большой кастрюле геркулес на молоке, Людмила гладила пеленки. Вместе поговорить не получалось, потому что геркулес легко подгорает. Василий Романович, словно посредник на международных переговорах, бегал из кухни в комнату, согласовывая с Михиними дальнейшие шаги. Младшие дети спали, старшие путались у Полещука под ногами. Маринка просилась на руки, потому что ей очень нравились полещуковы подтяжки.

Не спуская Маринку на пол, Полещук мотался по квартире, пока не договорился обо всем. На следующий день он составил пространную бумагу и отнес ее генеральному директору. Генеральный кое-что вычеркнул (факты и только факты, мы практики, а не теоретики), кое-что вписал (пусть будут видны достижения комбината), подписал текст и отправил в вышестоящую организацию.

Два месяца спустя на комбинат приехали товарищи из министерства, а с ними видный ученый, вроде бы даже член-корреспондент. Комиссия походила по цехам, постояла за спиной Михина в операторной и сверху, с эстакады, посмотрела на узел смещения. Вниз, по железному трапу спускаться не стали, а пошли сразу к генеральному и просидели у него с час. Как только гости уехали, генеральный пригласил Полещука. Они поговорили без свидетелей минут десять. Полещук вернулся в цех, вызвал Михина и говорил с ним минуты три. Когда Эдуард Саввич вышел из тесного кабинета, его встретил вопрошающий взгляд секретарши.

— Не хотят, и не надо,— буркнул Михин неопределенно.— Нам с Людкой легче.

И пошел к себе.

Казалось, вопрос был закрыт, но к весне в одном уважаемом журнале появилась статья под названием «Гомункулусы в эпоху НТР». В ней говорилось, что нынешняя химия и физика сделали реальностью то, о чем могли только мечтать естествоиспытатели в мрачную эпоху средневековья, когда не было ни ядерного синтеза, ни биологически активных веществ. И что достижения биотехнологии способны воплотить в жизнь давнишнюю идею гомункулуса, хотя, конечно, эмпирические результаты, полученные в городе Н., еще ни о чем не говорят и предстоит глубокий научный поиск, который, естественно... ну и так далее. Статью сопровождал комментарий кандидата наук. Случаи самоорганизации материи, писал кандидат, известны науке, и хотя вероятность их крайне мала, но и монета, падая, может стать на ребро. Нечто подобное, видимо, и произошло на химкомбинате, если, конечно, понимать монету не прямо, а фигурально.

В Н. еще не успели зачитать до дыр столичный журнал, как появилась другая статья, на сей раз в молодежной газете, уничтожающая сенсацию как ложную

и вредную. Видный ученый, который входил в состав комиссии, заявлял без обиняков, что появление на свет Н-ских гомункулусов (это слово он взял в кавычки) относится к разряду невероятных событий, самоорганизация тут ни при чем, а невежественные спекуляции на эту тему открывают доступ в науку лжеученым с их теориями. В конце статьи, надо полагать, в полемическом задоре автор позволил себе аргумент, вряд ли уместный в молодежной газете: дескать, существует и другой способ продолжения рода, хорошо себя зарекомендовавший, каковой способ автор и рекомендует читателям.

Через несколько дней та же газета напечатала отклик на статью ученого, выдержанный в спокойном умиротворяющем тоне. Конечно, не надо раздувать сенсацию и законы природы неизблемы, но ведь событие на Н-ском комбинате зафиксировано как научный и производственный факт. Значит, что-то да было, и к этому следует отнестись с вниманием, чтобы не выплеснуть вместе с водой и ребенка. Так и было написано — ребенка.

Однако аргумент о старом способе продолжения рода оказался сильнее. Он не объяснял фактов, но вызывал смех. Михины тоже смеялись. А неделю спустя Эдуард Саввич потихоньку, никому не докладывая, принес домой два свертка. В одном был Максимка, в другом Оленька.

Сенсация еще какое-то время слабо тлела, а потом заглохла, забылась. Других дел нет, что ли?

Комбинат пустил новый цех биологически активных; узел смешения закупили по импорту, там все было хорошо выкрашено и герметично, конденсата на полу и быть не могло, а оксонитродициклопентадион выходил из аппарата под таким давлением, какое не выдержать ни одному гомункулусу. Михин обошел аппарат со всех сторон, пощупал с уважением и вернулся к себе. И очень вовремя, потому что концентрация опять начала скакать.

Вскоре после этого генерального взяли в министерство. А новым генеральным, к общему удивлению, назначили Полещука.

Теперь он не появляется на людях в подтяжках, а натягивает поверх них жилет. Несколько раз он принимал аппаратчика Михина. О чем они говорили, мы не знаем, и в нашем рассказе это самый серьезный пробел. Никаких данных с комбината больше не поступало, хотя семья Михиных потихоньку росла. Людмила уезжала на все лето к матери, а когда возвращалась, сообщала знакомым о прибавлении семейства. И никто толком не знал, то ли Михин нашел очередного младенца, то ли родила его Людмила обычным способом.

Вот, собственно, и все о большой семье Михиных, живущей ныне в пятикомнатной квартире. И той, если по-честному, не хватает, потому что Эдуард Саввич нет-нет да и принесет из цеха пищаний сверточек. Правда, все реже и реже, потому что в старом цехе оборудование износилось. Да и Михин поостыл. Возраст все же, детей надо ставить на ноги, квартиру в порядок привести и на садовом участке работы сверх головы. Но что-то тревожит Эдуарда Саввича. Вот уйдет он на пенсию, и делу конец. То есть оксонитродициклопентадион и без него, Михина, выпускать будут, а эксперимент...

Прислали Эдуарду Саввичу нового помощника. Совсем молодой, но толковый, хватает все на лету. Михин долго колебался, прежде чем решил показать парню, как вывести процесс на тот редкостный режим, при котором происходят известные нам события. Помощник слушал внимательно, не перебивал. Помолчал и сказал Михину:

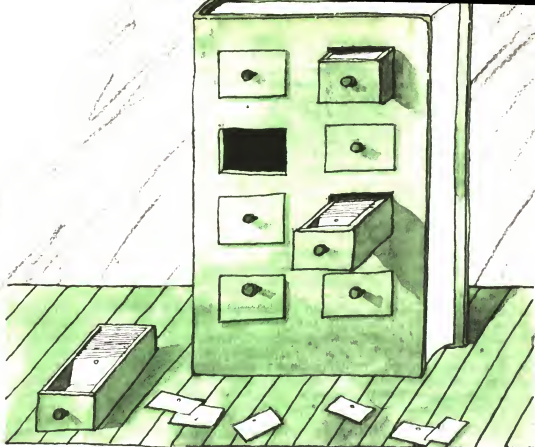
— По регламенту, Саввич, все сделаю, а на остальное времени нет. Я в вечерний техникум поступил, и жена у меня на сносях.

Огорчился Эдуард Саввич, но виду не подал. Оставил помощника у пульта, а сам по старой привычке пошел в курилку, разминая на ходу воображаемую папиросу.

В курилке обсуждались заводские новости.

— В том месяце, Полещук говорил, цех на реконструкцию поставят, а нас — кого куда.

Михин мысленно затянулся покрепче, поперхнулся, закашлялся, и слезы выступили у него на глазах.



Проблемы и методы
современной науки

Не забыть бы сослаться

Доктор химических наук
З. В. ТОДРЕС

Цитирование предшественников играет, если разобраться, самостоятельную роль в развитии науки. Как ни парадоксально, но именно теперь, с развитием машинных способов обработки первичных научных документов, его роль расширилась, обрела более выраженный оценочный характер. А это в свою очередь осложнило требования к аппарату ссылок.

Не забыть сослаться — моральный долг автора перед ученым миром, в особенности перед коллегами, работающими в том же направлении. Правда, в наше время социализация добытых сведений и включение их в фонд общепринятого знания чрезвычайно ускорились. Это приводит к тому, что важные сведения спустя недолгое время после их обнару-

жения начинают воспроизводиться как известные всем и потому не требующие специальных ссылок. Например, совсем недавно, казалось бы, Пирсон предложил свою концепцию жестких и мягких кислот и оснований*, заслужил широкий поток ссылок, а сегодня сплошь да рядом ее используют без имени автора, просто помечая «согласно теории ЖМКО».

Юристы с сожалением констатируют, что действующие правовые нормы не содержат эффективных гарантий, которые могли бы обеспечить охрану авторства при заимствовании идей, выводов, концепций... Например, видный советский правовед, доктор юридических наук В. А. Рассудовский, считает, что желательно зафиксировать требования к цитированию научных работ и закрепить их соответствующей нормативной регламентацией («Правоведение», 1984, № 5, с. 85). Но на практике добиться неукоснительного исполнения такой регламентации было бы трудно. Поток статей постоянно увеличивается, и все более настоятельной становится задача сокращения их объема и разумного ограничения числа ссылок.

Следовать этой необходимости, од-

* «Химия и жизнь», 1984, № 10, с. 53.

нако, нужно с крайней деликатностью. По числу ссылок на работы того или иного исследователя сейчас судят о его реальном вкладе в науку и даже оценивают перспективность развиваемого им направления. В мире выходят специальные журналы, которые публикуют результаты машинных подсчетов цитирования — по авторам, по учреждениям, по группам административно не связанных ученых, выступающих в качестве соавторов и т. д. Указатели "Science Citation Index", выпускаемые дважды в месяц Институтом научной информации в Филадельфии (США), имеются во всех научных центрах нашей страны. Подобные издания активно используются не только для наукометрического анализа информационных потоков. Во многих странах органы, отвечающие за финансирование исследований, руководствуются полученными из них сведениями при подготовке решений.

Что же касается отдельного ученого, то для него признание, повсеместное использование добытых им результатов означает более твердое положение в науке, определенную уверенность в будущем, наконец, характеризует его личный горизонт ожидания. Современные стандарты цитирования несут, таким образом, не только моральную, но и вполне конкретную материальную нагрузку. Они определяют подчас саму судьбу исследования — его престиж и возможности развития, что в особенности важно для теоретических работ, которые не ставят непосредственной целью получение материально-технических выгод. Отсюда ясно, что и ответственность автора, взявшегося цитировать те или иные источники, возрастает многократно.

Ссылка ссылке рознь. Она может быть констатирующей, если цитированная работа есть прямой или косвенный источник самой идеи данного исследования. Такие ссылки, думается, категорически и безусловно необходимы. Если же предметом заимствования послужили модели обчета, методики измерений или эмпирические данные, ссылка может быть названа операциональной — число таких ссылок допустимо ограничивать. Это поможет избежать «информационного ослепления» и не занимать лишнего места на страницах журнала. Здесь важно различать ссылки органичные и поверхностные. Органичны они тогда, когда цитированная публикация была необходима для получения нового научного результата. При отсутствии такой необ-

ходимости ссылка может считаться поверхностной, а значит, излишней.

Иногда авторы экспериментальных работ приводят как бы маленький обзор состояния проблемы накануне своего исследования. Тогда появляются ссылки, которые указывают широкую группу освоенных ими источников. Такой подход можно назвать эволюционным. В противоположность ему встречается подход сопоставительный, когда обсуждаются всякого рода альтернативы, в том числе публикации с изложением отвергнутых идей или оспариваемых эмпирических данных. Такие «мини-обзоры», не требующие слишком много ссылок (редакции обычно рекомендуют, чтобы общее их число не превышало 15), скорее всего полезны. В особенности — когда они отмечены высокой культурой обсуждения. Научная объективность в особенности нужна при рассмотрении проблем достаточно общих, принципиальных. Полезно не ограничиваться воззрениями одной (хотя бы и своей собственной) научной школы. Однако включать в список те работы предшественников, которые самому автору непонятны, по меньшей мере рискованно. Желательно также избегать избыточных ссылок, которые «в принципе» относятся к теме сообщения, но не к самой статье.

Практика показывает, что, по крайней мере в химии, излишние ссылки далеко не редкость. Устранять их необходимо, но очень трудно. Нереально требовать, чтобы редактор или рецензент досконально знакомился с содержанием каждой цитируемой работы. Не под силу им и функции приоритетного надзора. Изъятие избыточных ссылок часто встречает прямой отпор со стороны автора. Как правило, тогда, когда их появление вызвано не столько интересами дела, сколько привходящими соображениями. Чаше всего — по поводу работ тех ученых, от которых автор зависит или с которыми он связывает какие-то ожидания либо опасения. И еще. Нередко сказывается так называемый Матфей-эффект: из двух исследователей, независимо опубликовавших один и тот же результат, известному, признанному, как правило, приписывается гораздо большая заслуга, чем автору малоизвестному... Открытие маститого мэтра социализируется быстрее, активнее включается в систему научных и производственных ценностей. Науковеды свидетельствуют, что даже относительно менее

сильные работы цитируются чаще, если они выполнены учеными более высокого ранга. Отсюда и название этого эффекта — по известному изречению из Евангелия от Матфея: «Всякому имущему дастся и приумножится, а у неимущего отнимется и то, что есть».

Отдельная, тоже очень распространенная категория ссылок — неоправданное самоцитирование. Оно возникает не на пустом месте: так выражаются объективно существующие, в принципе законные, устремления личности. Автор всегда был и будет прежде всего творческим человеком, жаждущим признания, борющимся за приоритет. Даже ученые, навеки вошедшие в пантеон науки: Ньютон, Декарт, Лейбниц, Паскаль, Гюйгенс, Лаплас — предпринимали страстные усилия, чтобы доказать свой приоритет, добиться его всеобщего признания. Бывали, правда, исключения (Франклин, Дарвин), но их немного. Что же говорить о рядовых исследователях: ведь значительных научных достижений всегда меньше, чем ординарных. Считают, что число «важных» результатов равно квадратному корню из всего объема полученных данных. Количество достижений «первого ранга» удваивается примерно за 60 лет, а массив «рядовых»

данных — за 15. Ученые, которым хоть раз посчастливилось добыть результат высокого порядка, могут в дальнейшем не столь заботиться о признании, но их не так много. Большинство составляют менее везучие, которые и бьются за признание всю жизнь. И все-таки самоутверждение с помощью самоцитирования, как показывает практика, мало результативно. Оно слабо влияет на мнение коллег. Ведь требовать признания бессмысленно — так же, как просить уважения и любви...

Вопрос о цитировании принадлежит скорее к категории нравственности и морали, чем к сфере права. Система введения ссылок в публикацию отражает не только этику, но и научную культуру автора. Всеобщее, унифицированное правовое регулирование этой системы представляется мало реальным. Наука как социальное явление многоаспектна. Ее организация, совершенствование, ситуационные оценки — это социальные проблемы, решение которых требует не столько правовых норм, сколько нравственного воспитания ученых. Как тех, кто уже работает, так и в особенности тех, кто только готовится браться за это многотрудное дело.

Этические правила для авторов

Культура научной ссылки немыслима без соблюдения принятых правил, регламентирующих технику цитирования. Вот они. Не следует помещать номера ссылок над химическими формулами, символами, обозначениями или цифрами. Вводить их надо так, чтобы читатель мог недвусмысленно отнести эти обозначения к списку литературы. Иначе металлы приобретут невероятные координационные числа или степени окисления, химические формулы извратятся, а математические выражения получат неожиданные показатели степеней. Список литературы следует давать отдельно от общего текста — так его удобнее набирать (ссылки, кстати, печатают на языке оригинала). Литература приводится в порядке упоминания в тексте (а не по алфавиту). Ссылки на редкие или труднодоступные издания лучше сопровождать номером реферата по РЖ («Химия» или «Chemical Abstracts»).

Все химические журналы получили предписание Госкомиздата СССР приводить списки литературы в соответствии с ГОСТом 7.1—76 «Библиографическое описание произведений печати» (М.: Издательство стандартов, 1979, с. 63). Этот общесоюзный стандарт приобрел ныне силу закона; он рекомендован также специальным разъяснением ВАК СССР для кандидатских и докторских диссертаций (Бюллетень ВАК СССР, 1980, № 1, с. 46—47). В ГОСТе подробно описана форма библиографической характеристики всех типов публикаций; близкие для химии примеры можно найти в «Журнале Всесоюзного химического общества им. Д. И. Менделеева» (1981, т. 26, вып. 5, с. 57)*.

Публикуемые ниже правила, разработанные Американским химическим обществом, могут пригодиться и отечественным исследователям.

* В настоящее время введен новый стандарт на библиографическое описание документа — ГОСТ 7.1—84, который уточняет и дополняет требования, указанные в перечисленных источниках.

1. Главная обязанность автора — представить отчет об исследовании, который должен быть тщательно оформлен и содержать объективное суждение о значимости работы.

2. Место в журнале должно быть разумно и экономно. Долг автора — расхотать отведенную ему площадь мудро и экономно.

3. В статьях (не предварительных публикациях) должно быть достаточно литературных ссылок и экспериментальных подробностей для того, чтобы квалифицированный химик (ровня автору) мог повторить работу.

4. Цитированию подлежат все публикации, которые определяют смысл данной работы, существенны для ее понимания, позволяют быстро ввести читателя в курс дела. Однако количество ссылок следует сводить к минимуму, ограничиваясь цитированием только того, что более или менее подробно обсуждается в данной статье. Сказанное не относится, конечно, к статьям обзорного характера.

5. Поскольку статья есть отчет о работе, в ней необходимо отмечать элементы риска, связанные с использованием тех или иных веществ и оборудования, а также с самой методикой исследования.

6. Следует избегать дробления публикаций: это приводит к излишнему расходу журнальной площади и ненужно усложняет последующий литературный поиск. Химик, ведущий широкое исследование, должен так организовать полученные результаты, чтобы каждая статья описывала определенный аспект общей проблемы. При этом для удобства читателей отдельные статьи из серии лучше печатать в одном и том же журнале.

7. Представляя рукопись, автор должен оповестить редактора о том, какие публикации на родственные темы посланы им раньше или одновременно, но еще

не вышли в свет. Существенно указать их связь с данной рукописью.

8. Как правило, автору следует считать неприемлемым для себя публикацию одного и того же исследования в виде основной статьи более чем в одном журнале. Возможны, однако, исключения, а именно: если рукопись отозвана автором или отклонена редактором и направляется в печать заново; если автор считает необходимым ознакомить с полученными результатами специалистов смежной области, для которых данный журнал чужд (при условии, что о таком перекрывании публикаций извещены редакторы обоих изданий); если представленная рукопись включает данные, опубликованные ранее в предварительном сообщении, и ныне оформлена в виде основной (полной) статьи.

9. Автор должен указать все источники заимствованной или полученной информации, за исключением сведений общеизвестных. Данные, почерпнутые из частных сообщений, нельзя использовать или включать в статью без недвусмысленного разрешения тех, от кого эти данные получены. Таким же образом следует обходиться с информацией, приходящей к автору из рецензируемых им рукописей, диссертаций и т. п.

10. С точки зрения вновь полученных опытных или расчетных результатов в статье оправдана критическая оценка работы других ученых. Такая критика может быть даже очень суровой, но она ни в коем случае не должна носить личного характера.

11. Соавторами в статье могут быть все те, кто внес значительный научный вклад в представляемую работу и разделяет ответственность за полученные результаты. В остальных случаях участие должно отмечаться лишь в сноске или разделе «благодарность». Лица, связанные с автором административно, не должны ква-

лифицироваться как соавторы только по этой причине (однако в определенных случаях авторы могут благодарить их за содействие). Умершие ученые включаются в число соавторов, если удовлетворяют указанным критериям. В числе соавторов нельзя приводить вымышленных лиц. Выбор соавторов определяет тот, кто представляет рукопись в редакцию. Он же должен показать им черновую рукопись статьи и заручиться их согласием.

ЭТИЧЕСКИЕ ПРАВИЛА ДЛЯ УЧЕНЫХ, ПУБЛИКУЮЩИХСЯ В ПОПУЛЯРНЫХ ИЗДАНИЯХ

1. Как и при публикации в научных журналах, автор популяризаторской работы должен обеспечить достоверность сообщаемых фактов и беспристрастность их толкования.

2. Поскольку неспециалисты могут и не понимать научной терминологии, ученый, если считает необходимым, может использовать доступные публике понятия — пусть менее точные, но зато повышающие внятность изложения. Некоторая утрата точности при этом считается допустимой, ибо общение ученых с народом еще важнее. Однако надо всячески стараться сохранять в популярных статьях, заметках, интервью максимально возможный уровень точности.

3. Не следует публично разглашать открытия до тех пор, пока они не получат такого экспериментального, статистического или теоретического обоснования, какое позволяет опубликовать их и в научной литературе. Публикация в научном журнале должна при этом появляться по возможности срочно. Необходимо сознавать, однако, что популярное сообщение рассматривается редакцией научного журнала как эквивалент предварительной публикации типа краткого сообщения.

Перевод З. В. ТОДРЕСА



Умные
мухи

Музы и мухи

«Тот, кто знает, что ему надо делать,— не исследователь» — это утверждение среди прочих научных и околонаучных афоризмов мы прочли в журнале «Perspectives in Biology and Medicine», серьезном и весьма ценимом в среде специалистов. Ценимом не только за научное содержание (а в редакционный совет журнала входят корифеи науки), но и за раскованность формы: научные статьи соседствуют здесь со стихотворной, афористической и прочей продукцией самих исследователей.

Кто же он — естественный исследователь в век компьютеров, единых теорий и информационных банков, которых не дано превзойти ни безошибочностью, ни всеохватностью? Не уготована ли ему роль скромного служителя науки? Что заставляет его мысли метаться между заботами о позарез нужных штативах, реактивах и теориях? Не в том ли состоит задача исследователя, его «алгоритм», чтобы сопрягать потоки разнородных сведений только ему, человеку, присущим образом? И почему все больше появляется новых штативов, реактивов и теорий?

Вопросов так много, что, отвечая на них, так и тянет, как то было принято в ста-

рину, свалить все на муз, на этихких милых особ, которые кружат голову и заставляют забывать о неизбежных сложностях...

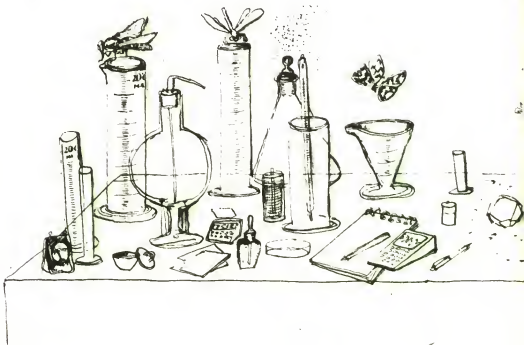
Остин Хьюз, сотрудник биологического факультета университета штата Индиана, попытался с помощью музы поэзии передать переживания рядового испытателя природы, чей эксперимент завершился на первый взгляд плачевно. Неудача, однако, окрылила автора, и он нашел способ, как с честью выйти из положения. Он первым смеется над собой, и это дает нам повод подозревать в нем серьезного человека.

Предлагаем вашему вниманию отрывки из его статьи, опубликованной в упомянутом выше журнале (1983, т. 26, № 3, с. 502—505). Стихи в оригинале не вполне безупречны (это говорится в извинение некоторых несовершенств перевода).

Электронная регистрация питьевого режима мухи домашней (Musca domestica)

ВВЕДЕНИЕ (ОНО ЖЕ ПРЕАМБУЛА)

О, физиологии муза! Низойди, небо-
жительница,
Цитохромов и АТФ покровительница,
Чей алтарь на аксонном воздвигнут холмике,
Где японцы-жрецы, твои чудотворники.
Не оставь нас, суровая муза редукционизма,
И, как луч световой разлагает призма,
Расщепи мне сознание, сведя в пределе
Его к ширине синаптической щели.
Придите ко мне и вы, этологии муз,
Не столь вы строги, доступнее с вами союзы,
Вы почти не стесняете разума пыл:
Пусть не скажет никто, будто стиль мой уныл.
Тогда я смогу описать, не напуская тумана,
Повадки фасеточного дипсомана.



Среди острых вопросов, что поставил наш век,

В журналах научных библиотек
(Подобных «J. of Insect Phys.» и «Biol. Bull.»),
Один — каков выпиваемый мухой жидкости пул —
До сих пор не решен. И причина не в редкости мух;
Притупляются быстро зрение и слух
У того, кто хотел бы суммировать четко,
Сколько раз наполняется мухи алчная глотка.

Так пробежало много долгих лет.
Уныньем тяжким каждый был сражен.
Ученые хватали пистолет,
То пили джин, то колотили жен —
И все-таки вопрос остался не решен.
Рассеянно листая, будто в трансе,
Не помышляя о счастливом шансе,
Подшивку старую, и я был удручен...
Как вдруг журнал явил мне эпохальный сдвиг,

В статье Детье Винсента и других.
Пускай методика для *Phormia* — она
Для вида нашего, наверное, годна!
С огромной радостью, в предвиденье удач,
Я кинулся в поток своих задач.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Горгоны прядями тянулись провода
К пробирке из обычного стекла,
Покрытой проводящей краской; и когда
Вода к себе двукрылого влекла,
То замыкалась цепь мушинным хоботком
И самописец это отмечал рывком.
Для опыта я отловил лабораторных мух
(Они ни скоростью, ни силой не богаты,
Зато не привередливы, как, скажем,
Vertebrata)
И в кресле ждать уселся, затаивши дух.

РЕЗУЛЬТАТЫ

О, сразу заработала штуковина! И я был
восхищен:
Известно ведь, что к тем, кто новообращен,
Строги не в меру электронного Олимпа боги.
(Увы, изведаль я, сколь знания мои убоги.)
Пока удача не промчалась стороной,
Идеями искрился разум мой.
Быть может, мухи увеличат дозы,
Когда мы снизим содержание сахарозы?
Но нет; и все ж надежда нас манит:
Попробовал подsunуть им маннит...
Воды коснулись мухи лишь однажды,
Не проявляя боле ни малейшей жажды.
Перо прямую линию чертило,
А время шло. Верней, текло уныло.

ОБСУЖДЕНИЕ

Итак, чего же я трудом своим достиг?
Нет данных... пустота... О, горький миг!..

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Владыка мух! Я не предвижу с вами
встреч,
Но опасаясь гнев за опыты навлечь
И умоляю вас, по крайней мере
Хотя бы в честь Детье, жреца в мушиной вере:
Когда во рту моем от зноя станет сухо,
То пусть я буду терпелив, как муха.

Прим. перев.: Неудачу автора можно объяснить неправильным выбором электрических параметров измерительной цепи, которые должны быть подпороговыми для насекомых, чье поведение исследуется.

Перевели с английского
и подготовили публикацию
Л. МИХАЙЛОВА и В. ГЕРАСИМЕНКО



Как важно есть серьезно

Хотя учебный год только начался и до экзаменов еще далеко, не станем откладывать это сообщение на потом: есть вещи, которые полезно обдумывать загодя. Например: что едят студенты во время экзаменационной сессии.

Очень многие, к сожалению, едят что придется — и не только в сессию. Причем нередко сухомятку и наспех, лишь бы насытиться. Недаром у врачей есть термин «студенческий гастрит». Учебная нагрузка велика, да и хочется выкроить время на развлечения и спорт — до еды ли студенту, до неторопливой и продуманной трапезы? Тем более, что возраст юный, организм как-нибудь приспособится...

Действительно, приспособится. Но, к сожалению, именно «как-нибудь». Неверное питание, как показали исследования (о них сообщил журнал «Вопросы питания», 1985, № 6), приводит к худшей учебе и более слабым знаниям.

Вот какой эксперимент был проведен в Азербайджанском медицинском институте. Во время сессии изучали три группы студентов. Одна ела, что обычно и как обычно (строго говоря, получала традиционное питание). В другой группе это питание немного корректировали, добавляя в рацион растительное масло, витамин В₆ и поливитаминное драже «Ундевит». Третья группа получала сбалансированное питание; оно включало дополнительно молочные и овощные блюда, то же растительное масло, иногда витамин В₆. А результат?

Простая коррекция рациона с помощью витаминов существенно снижала стрессовые реакции во время экзаменов. Студенты допускали меньше ошибок, особенно когда получали «Ундевит». Но все это не идет ни в какое сравнение с теми успехами, к которым пришли студенты, питание которых было сбалансировано. Средний балл у них оказался на 23 % выше, чем у предыдущей группы. А если сравнивать со студентами, которые ели что попало, то пятерок и четверок в экспериментальной группе оказалось на 34 % больше. И это при том, что группы были составлены случайным образом, без каких-либо предпочтений.

Конечно, само по себе рациональное витаминизированное питание не может сделать троечника отличником. Главное, конечно, постоянная и упорная учеба. Но и сопутствующие факторы нельзя сбрасывать со счетов. В том числе и питание.

Подумаем об этом загодя!

О. ЛЕОНИДОВ



Пишут, что...

...макроводоросли Мирового океана ежегодно выделяют в атмосферу около 10 тыс. тонн органических соединений брома, а фитопланктон — 1 млн. тонн органических соединений иода («Природа», 1986, № 5, с. 113)...

...самая сильная нагрузка на тазобедренный сустав возникает в момент вставания со стула (Агентство ЮПИ, Бостон, 2 мая 1986 г.)...

...каждую минуту в атмосферу Земли попадает около 20 ледяных комет массой по 100 тонн («Chemical and Engineering News», 1986, т. 64, № 15, с. 27)...

...рацион медового опоссума *Tarsipes rostratus* состоит исключительно из иектара и пыльцы («Journal of Zoology», 1986, т. 208, с. 285)...

...к существующим пестицидам устойчивы насекомые и клещи 477 видов, возбудители болезней растений 100 видов, сорняки 55 видов, 2 вида паразитических червей и 5 видов грызунов (Агентство ЮПИ, Нью-Йорк, 9 мая 1986 г.)...

...воздух, обогащенный положительными ионами, способствует росту крыс («International Journal of Biometeorology», 1986, т. 30, с. 69)...

...углеводы играют важную роль в формировании межнейронных связей («New Scientist», 1986, № 1498, с. 27)...

...коза может питаться любыми растениями («Agricultural Research», 1986, т. 34, № 4, с. 5)...

Пишут, что...

...ни одно сухопутное животное, когда-либо жившее на Земле, не могло иметь массу, превышающую 100 тонн («Journal of the Theoretical Biology», 1986, т. 188, с. 491)...

...препарат тиазолам оказывает влияние на цикл сна и бодрствования у хомяков (Агентство «Ассошиейтед Пресс», 13 мая 1986 г.)...

...в ядре кометы Галлея обнаружены органические вещества («New Scientist», 1986, т. 110, № 1504, с. 23)...

...вещества, выделяемые микроорганизмами, помогают некоторым насекомым регулировать соотношение полов в потомстве («Science News», 1986, т. 129, № 9, с. 134)...

...в больших количествах сахар вреден для здоровья («New Scientist», 1986, № 1494, с. 31)...

...к концу нынешнего столетия исчезнет от 10 тыс. до 1 млн. видов растений и животных (Агентство ЮПИ, 27 апреля 1986 г.)...

...в XXI веке на астероидах можно будет добывать железо и никель (Агентство ЮПИ, Пасадеина, 14 июня 1986 г.)...

...грибы *Eremothecium ashbyi* синтезируют эфирное масло, запах которого похож на запах эфирного масла роз (Тезисы докладов Всесоюзного совещания «Основные направления научных исследований интенсификации эфиромасличного производства. Симферополь, 1985, с. 51)....

Что у пьяного на уме...

Все видевшие замечательный фильм Чарли Чаплина «Огни большого города», конечно, смеялись, когда миллионер, в смертельно пьяном виде пытавшийся покончить с собой и спасенный маленьким бродягой, в трезвом виде не узнавал Чарли, но признавал его за лучшего друга, вновь напиваясь до чертиков. Выдумал ли эту трагикомическую ситуацию гениальный сценарист, режиссер и актер или же такое бывает и в действительности?

Научный ответ на этот вопрос был получен сравнительно недавно — во всяком случае, много позже выхода на экран фильма Чарли Чаплина («Federation Proceedings», 1974, т. 33, № 7, с. 1833). Автор исследования описал два типа нарушений памяти, вызванных алкоголем. А именно в одном случае человек, протрезвев, забывает некоторые детали происходившего с ним в пьяном виде, но все же беспокоится и пытается выяснить у окружающих, что он делал в период опьянения. В другом же случае человек даже и не подозревает о провалах в своей памяти, — недавнее прошлое представляется ему вполне связанным, без каких-либо пробелов, и лишь какой-то случайный толчок, чье-либо напоминание, чей-либо рассказ может навести его на мысль о том, что с его памятью не все в порядке. Но не более, — самих событий он, как и в первом случае, вспомнить не может. Реактивировать память алкоголика может лишь повторное опьянение, но тогда человек напрочь забывает то, что происходило с ним, когда он был трезв...

Иначе говоря, алкоголь обладает способностью вызывать у потребляющих его людей раздвоение сознания — явление, характерное для душевнобольных. Алкоголь как бы превращает человека в другое существо, с другим сознанием, с другим поведением, с другой памятью. При этом нетрудно заметить: это новое существо отличается от прежнего тем, что теряет черты, приобретенные человечеством на последних этапах культурного развития, становится похожим больше на животное (да и малопривлекательное к тому же), чем на *Homo sapiens*.

Интересно, видел ли фильм Чарли Чаплина авторы этих исследований?

А. ИВАНОВ





Ю. БЛАЖКОВСКОМУ. Ворошиловград: К изменению скорости реакции могут привести даже механические напряжения — извещен, например, химический опыт, в котором согнутый гвоздь корродирует быстрее в месте сгиба, чем на прямом участке.

А. Н. РАДЧЕНКО, Краснодарский край: Цинк в батарейках содержит до 4% алюминия, а также небольшие примеси меди и магния.

А. А. ЧЕРКЕЗИЯ, Ленинград: Стекло, из которого сделаны банки и бутылки, плавится при температуре около 1300 °С, а это значит, что в домашних условиях переработать как-либо битое стекло весьма затруднительно.

В. А. БАРМАТИНУ, Климовск Московской обл.: О взаимозаменяемости фотореактивов мы писали подробно в № 1 за 1977 г. (статья «Замена в рецепте»).

П. М. ЛИМАРЕВУ, Харьков: Поступающие в продажу красители для ткани прямые (они не требуют протравы), с добавкой солей, которые служат закрепителями.

И. Н. НИКОЛАЕВСКОМУ, Минск: Растворителей, которые удалили бы с ткани высохший клей «Бустилат», не существует, попробуйте аккуратно соскребать пятна обычным ластиком.

С. А. ИВАНОВУ, Москва: Фуксин, входящий в состав аптечного препарата «Фукоцин», — очень устойчивый краситель, его можно разрушить только такими реагентами, которые испортят заодно испачканную ткань.

А. ВОЛКОВУ, Харьков: Ни в коем случае не направляйте турбистический примус этилированным бензином, и не только из-за токсичности продуктов сгорания, но также из-за опасности забить предохранительный клапан свинцом, что может привести к выбросу горячей струи.

В. Н. ХРУЛЕВУ, Ленинградская обл.: При разнообразном питании длительный отказ от сахара не приведет к плохим последствиям, но без особых причин вряд ли надо полностью исключать сахар из рациона.

А. Д. ЧУБОВУ, Киев: Чтобы сохранить зелень на зиму, прибегают, кроме сушки, к крепкому посолу: примерное соотношение — на 4 части рубленой зелени 1 часть поваренной соли.

А. Ю., Тульская обл.: Рандоль — это недорогой медно-никелевый сплав, имитирующий золото, но так как он все же окисляется на воздухе, в официальной стоматологии его не применяют.

Л. ПОТАПОВОЙ, Запорожье: Вы не обнаружили сведений об окрашивании кораллов скорее всего по той причине, что кораллы стараются не красить, их прелесть как раз в естественном цвете...

О. Р-вой, гор. Калинин: Ни в одном из писем вы не указали полного обратного адреса, и надо ли обижаться на то, что вам не приходят ответы?

А. С. К-ну, Свердловск: Клей на конвертах и марках безвреден, вредными могут оказаться бактерии, которые непременно попадут на язык, если лизать клей.

Редакционная коллегия:

И. В. Петрянов-Сokolov
(главный редактор),
П. Ф. Баденков,
В. Е. Жаврибис,
В. А. Легасов,
В. В. Листов,
В. С. Любаров,
Л. И. Мазур,
В. И. Рабинович
(ответственный секретарь),
М. И. Рохлин
(зам. главного редактора),
Н. Н. Семенов,
А. С. Хохлов,
Г. А. Ягодин

Редакция:

М. А. Гуревич,
Ю. И. Зварич,
А. Д. Иордаиский,
И. Е. Клягина,
А. А. Лебедиский
(художественный редактор),
О. М. Либки,
Э. И. Михлин,
(зав. производством),
В. Р. Полищук,
В. В. Стацко,
С. Ф. Старикович,
Л. Н. Стрельникова,
Т. А. Сулаева
(зав. редакцией),
С. И. Тимашев,
В. К. Черникова,
Р. А. Шульгина

Номер оформили художники:

Г. Ш. Басыров,
Г. М. Бернштейн,
Р. Г. Бикмухаметова,
Ю. А. Ващенко,
Т. Н. Войткевич,
П. Ю. Перевезицев,
И. В. Тынтышев,
Г. В. Чижиков,
Е. В. Шешенин

Корректоры

Л. С. Зенович, Г. Н. Шамина
Сдано в набор 13.08.1986 г.

Т13860.

Подписано в печать 08.09.1986 г.

Бумага 70×108 1/16.

Печать офсетная. Усл. печ. л. 11,2.

Усл.-кр. отт. 8967 тыс. Уч.-изд. 14,7.

Бум. л. 4. Тираж 305 000 экз.

Цена 65 коп. Звязк 2210.

Ордена Трудового Красного Знамени
издательство «Наука»

АДРЕС РЕДАКЦИИ:
117049 Москва ГСП-1,
Марковский пер., 26

Телефон для справок: 238-23-56

Ордена Трудового Красного Знамени
Чеховский полиграфический
комбинат ВО «Союзполиграфпром»
Государственного комитета СССР
по делам издательства,
полиграфии и книжной торговли
142300 г. Чехов Московской области

© Издательство «Наука»
«Химия и жизнь», 1986



Про инжир

С равным успехом можно было сказать «про смоковницу», «про смиriskую ягоду», «про фигу», «про винную ягоду», ибо все это — одно и то же. Разве что яблоня может соперничать по известности с удивительным деревом *Ficus carica* из семейства тутовых, но плоды его не в пример питательнее: одна пригоршня может насытить голодавшего человека. Не потому ли мы находим упоминания смокв в литературных памятниках, написанных много тысяч лет назад? И в сказках, созданных гораздо позже; вспомним хотя бы историю Маленького Мука, наевшего винных ягод...

В теплых краях, где растут инжирные деревья с характерными трех- или пятилопастными листьями, скромный садик может прокормить целую семью. Очень уж обилел урожай. Пять — семь тонн с гектара — это так, средненько; есть деревья, которые в одиночку приносят больше. При том счет идет не на свежий инжир, а на сушеный. Слишком уж нежны эти фиги. Их надо есть или на месте, можно скатать, прямо под смоковницей, или подвялить либо подсушить — иначе их никуда не отвезти. А отвезти приходится помногу: сушеного инжира продают сейчас в мире более миллиона тонн ежегодно.

Свежий инжир бывает разных цветов, от почти белого до темно-фиолетового. Предоставим южанам разбираться, что лучше, а что хуже, но для сушки желателен светлый инжир, в идеале — с золотистой кожей и белой мякотью, да впридачу не слишком мелкий, около 5 см в диаметре. Сушка же трудностей не вызывает — три-четыре дня под солнцем, причем вверх глазом, то есть отверстием на верхушке плода. Лучше, однако, когда глазок этот закрыт: никакая гадость не попадает внутрь, не испортит благородного содержания...

А полезных веществ внутри плода — хоть отбавляй. И прежде всего глюкоза с фруктозой. На долю сахаров в свежем инжире приходится процентов двадцать, а сушеном — в три, и даже в четыре раза больше. Кислот же совсем мало; отсюда и глубокий сладкий вкус, и ощущение сытности. И все это в сочетании с неповторимым, трудно определимым, сугубо инжирным запахом.

Но не только сладостью славны винные ягоды. В сушеных плодах, например, от 3 до 6 % белка. И антанины имеются, и калий, и железо, и кальций. Последнего, между прочим, так много, что по кальцию инжир уступает только орехам.

А еще анинные ягоды с давних пор используются в медицине. Старый справочник сообщает: «Плоды, смотря по сортам, считаются очень здоровыми». Их применяли — да и сейчас иногда советуют — как средство от кашля, от заболеваний горла, для чего инжир заваривают кипятком или горячим молоком. А листья, заполненные внутри млечным соком, служат сырьем для аптечных препаратов.

Но вернемся к плодам. Строго говоря, плоды — это не сама винная ягода, а только те крохотные семена, которые у нее анутри; оболочка же — это разросшееся цветоложе. И чем мельче плодики, тем инжир приятнее на акус. Подсчитано, что когда в каждом грамме более 900 семян — это очень хороший инжир, когда менее 500 — весьма посредственный. Между этими крайностями лежат обычные, ходовые сорта...

А еще есть инжир бессемянный. Он не нуждается в опылении (инжир опыляется только с помощью крошечных ос-бластофагов, которые не могут жить без инжира, как инжир — без этих ос). Впрочем, бессемянные плоды не столь акусны и сочны, и анутри у них полость, и а сушке они так-сяк. Но разве мешают нам крошечные семена, когда мы едим сушеный или свежий инжир? В октябре, кстати, конец его сезона; а сушеный инжир войдет в пик вкуса и аромата только через несколько месяцев, после Нового года. Не упустите момент!



Вряд ли нужно кого-нибудь убеждать в необходимости такой экономии. В автомобильных двигателях сгорают продукты из нефти, сжигать которую, по Менделееву, все равно что топить ассигнациями. Может быть, даже хуже, чем ассигнациями. Деньги-то можно допечатать, а нефть относится к тем природным ресурсам, что упоминаются ныне с печальным эпитетом «невозобновляемые». Те же граждане, которым безразличны интересы человечества (есть, увы, еще и такие), никогда не забывают, что за беззастыдливого собственника автомобиля приходится выкладывать свои кровные. Словом, в необходимости экономии убеждать не надо, но стоит напомнить о ее способах.

В масштабах страны экономия горючего — это: перевод автомобильного транспорта, в первую очередь грузового, на дизельные двигатели; переход на сжиженную пропан-бутановую смесь и на сжатый природный газ, кубометр которого заменяет литр высокооктанового бензина; полная загрузка автомобилей и илеуспыный контроль за их техничееским состоянием; продуманные материальные стимулы для бережливых водителей, слесарей и начальников автоколонн: сложнейший комплекс управленческих, технических, экономических мер, объединенных современным системным подходом. Такие меры разрабатывают в исследовательских институтах, например в Государственном НИИ автомобильного транспорта, их осуществление должно давать народному хозяйству огромную экономию — миллионы тонн горючего в год.

Миллионы тонн слагаются из десятков килограммов, сбереженных на одном автомобиле, одним водителем. И этот важнейший участок экономии заслуживает особого анализа. В автомобиле, считают специалисты, нет системы или агрегата, которые не влияли бы на расход горючего. Одна или две неисправные свечи зажигания дополнительно «съедают» 25—40 % бензина, неисправность системы питания — до 20 %, неправильная регулировка зазора контактов прерывателя — до 10 %, почти столько же — неподкаченные баллоны... В общем, полная исправность автомобиля — и совсем нового, и особенно изрядно послужившего — главное условие экономии горючего.

Даже люди, весьма далекие от проблем автотранспорта, замечали, должно быть, иад кабинами грузовиков этикие красные, желтые, зеленые шапочки — яркие аэродинамические обтекатели, уменьшающие сопротивление воздуха. При езде по шоссе такие иехитрые устройства позволяют экономить до 3 % горючего. Между прочим, об аэродинамических потерях и приобретениях полезно помнить и владельцам личных автомобилей, которые ленятся снять с крыш багажник, когда он совсем не нужен. Пустой багажник «крадет» 1—2 % бензина, груженный — до 10 %.

Наконец, напомним, что на одиом и том же автомобиле в абсолютно одинаковых условиях расход горючего может колебаться на 20—25 % — в зависимости от того, кто за рулем. В двух словах секрет экономного вождения: быстрый энергичный разгон и равномерное движение на высшей передаче. Езда же на пониженных передачах, пожалуй, вообще самое разорительное дело: она чревата, по некоторым оценкам, пятидесятипроцентным перерасходом горючего. Немногом лучше нервный, суматошный стиль езды — мельтешение в потоке, бесконечные ненужные обгоны, ускорения и торможения. На гребне же «зеленой волны» вы не только быстрее попадете в пункт назначения, но и попутно сэкономите бензин.

В общем, давайте экономить горючее. Как это делать — известно.

Экономьте
горючее

ВК-13



Издательство «Наука»,
«Химия и жизнь»,
1986 г., № 10,
1—128 стр.
Индекс 71050.
Цена 65 коп.